



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE MEJORA DEL
ÁREA DE INSPECCIÓN TERCER
CONTROL EN EL DEPARTAMENTO DE
ACABADO EN LA EMPRESA
PIRELLI DE VENEZUELA C.A.**

Autor: Pedro Correa

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE INSPECCIÓN TERCER
CONTROL EN EL DEPARTAMENTO DE ACABADO EN LA EMPRESA
PIRELLI DE VENEZUELA C.A.**

Proyecto del trabajo de grado para optar por el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor: Pedro E. Correa D.
C.I 19.479.201

Tutor Académico: Ing. Jose M. Sanchez

San Diego, Agosto de 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-I-037-2018-1

Valencia, 30 de Mayo de 2018

Ciudadanos:
Correa Pedro
C.I. 19.479.201
Presente.-

Cumplo con informarles que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 30/05/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado "PROPUESTA DE MEJORAS DEL ÁREA DE INSPECCIÓN TERCER CONTROL EN EL DEPARTAMENTO DE ACABADO EN LA EMPRESA PIRELLI DE VENEZUELA C.A." Presentado por ustedes como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. José M. Sánchez C.I. 12.040.726 y La Ing. Alicia Yanez de Pizzella C.I. 4.598.880 como Tutores Académicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



Zulay Salcedo
Prof. Zulay Salcedo
Decana de la Facultad de Ingeniería

c. e. Coordinación de Pasantía y Trabajo de Grado

ZS/mc



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, José Manuel Sánchez, portador de la cédula de identidad N° 12.040.726, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadano: Correa Pedro, portador de la cédula de identidad N° 19.479.201 titulado **PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE INSPECCIÓN TERCER CONTROL EN EL DEPARTAMENTO DE ACABADO EN LA EMPRESA PIRELLI DE VENEZUELA C.A.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 26 días del mes de Julio del año dos mil dieciocho.



Ing. José Manuel Sánchez

C.I.: 12.040.726

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS, quien me ha dado la oportunidad de vivir y culminar de manera exitosa mis estudios profesionales; a mis padres Pedro e Hilda, a mi hermano Eduardo, mis tíos y abuelos por haberme forjado como la persona que soy hoy en día a través de sus consejos y enseñanzas, muchos de mis logros se los debo y dedico a ellos como lo es este; juntos son ese pilar que me mantuvieron de pie a lo largo de todos estos años de mi carrera profesional.

También debo agradecer a los ingenieros y, más que eso, amigos dentro de la empresa Neil Sulbaran, Gabriela Camacho y Alberth Castillo quienes me ayudaron con las inquietudes durante todo el desarrollo de este proyecto y, sobretodo, a la empresa Pirelli de Venezuela que me brindó la oportunidad de ser parte de su personal y me dio toda la información necesaria para que todo esto fuese posible y confió plenamente en mí.

A personas tan especiales como Alexandra Reyes quien ha influido de manera muy importante a lo largo del desarrollo de este trabajo, dándome consejos y ofreciendo siempre su apoyo incondicional y Scarlet Guerrero quien fue la que me motivo e impulso a realizar este proyecto de investigación y terminarla en menos de 5 meses.

Al Sr. Elquyn Gómez y a la Sra. Elci Gómez por haberme dado la oportunidad de trabajar con ellos y así poder pagarme los estudios, brindándome consejos y aceptándome como si fuese parte de su familia, familia que conozco desde hace más de 15 años.

A mi tutor académico y profesor Ing. José Sánchez y al profesor Ing. Oswaldo Rodríguez que me ayudaron a plasmar todas las ideas en la investigación y, además, fueron unas de las tantas que me formaron académicamente en las aulas de clase siempre estando disponible para ayudar, tanto dentro como fuera de la universidad.

A mis amigos Carlos Abraham, José Díaz, Alberto González, Horacio Gómez, Carlos Vivas, Rafael Rodríguez, Fernando Mansutti, Luis Hernández y Daniel Gallanti por ser esa clase de amistad que se convierte en familia y siempre estar el uno para el otro en las buenas y, especialmente, en las malas.

Agradecido eternamente por todo el apoyo recibido, gracias a todos ellos este trabajo fue culminado con éxito, porque cada uno aportó un granito de arena a su manera.

ÍNDICE GENERAL

| CONTENIDO | Pp. |
|--|------------|
| ÍNDICE DE CUADROS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURA | xi |
| RESUMEN | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| | |
| CAPÍTULO | |
| I. EL PROBLEMA | |
| 1.1 Planteamiento del problema..... | 3 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 7 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 7 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 7 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 7 |
| 1.4 Justificación de la investigación..... | 8 |
| 1.5 Alcance de la investigación..... | 8 |
| | |
| II. MARCO TEÓRICO | |
| 2.1 Antecedentes..... | 9 |
| 2.2 Bases teóricas..... | 12 |
| 2.2.1 Introducción al seis sigma..... | 12 |
| 2.2.2 Seis Sigma..... | 12 |
| 2.2.3 Propósito de seis sigma..... | 13 |
| 2.2.4 Principios de seis sigma..... | 13 |
| 2.2.4.1 Auténtica orientación al cliente..... | 13 |
| 2.2.4.2 Gestión orientada a datos y hechos..... | 14 |
| 2.2.4.3 Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos. | 14 |

| | |
|---|----|
| 2.2.4.4 Gestión proactiva..... | 14 |
| 2.2.4.5 Colaboración sin fronteras..... | 14 |
| 2.2.4.6 Búsqueda de la perfección; tolerancia a los errores..... | 14 |
| 2.2.5 Estrategia competitiva de seis sigma..... | 15 |
| 2.2.5.1 Costos de la no calidad..... | 15 |
| 2.2.6 Herramientas del seis sigma..... | 16 |
| 2.2.6.1 Herramientas para generar ideas y organizar la información..... | 16 |
| 2.2.6.2 Herramientas para la obtención de muestras..... | 16 |
| 2.2.6.3 Herramientas para el análisis de procesos y datos..... | 17 |
| 2.2.6.4 Herramientas para el análisis estadístico..... | 17 |
| 2.2.7 Fases de Seis Sigma..... | 17 |
| 2.2.8 Historia de la mejora continua..... | 21 |
| 2.3 Definición de términos básicos..... | 22 |

III. MARCO METODOLÓGICO

| | |
|---|----|
| 3.1 Tipo de investigación..... | 23 |
| 3.2 Diseño de la investigación..... | 23 |
| 3.3 Nivel de la investigación..... | 23 |
| 3.4 Población y muestra..... | 24 |
| 3.5 Técnicas de recolección de datos..... | 25 |
| 3.6 Instrumentos de recolección de datos..... | 26 |
| 3.7 Fases metodológicas..... | 26 |

IV RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 4.1 Diagnosticar la situación actual del área de inspección de tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A..... | 28 |
| 4.1.1 Producto..... | 29 |
| 4.1.2 Proceso..... | 32 |
| 4.1.3 Estudio de tiempo..... | 35 |
| 4.1.4 Análisis interno de la estación de trabajo..... | 39 |
| 4.1.5 Equipos y Herramientas..... | 42 |

| | | |
|---------|---|-----------|
| 4.1.6 | Mano de Obra..... | 43 |
| 4.1.7 | Distribución en planta..... | 44 |
| 4.2 | Análisis de las variables afectadas en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela..... | 46 |
| 4.2.1 | Evaluación de la distribución actual..... | 46 |
| 4.2.2 | Detección de factores que generan problemática..... | 46 |
| 4.3 | Propuesta de mejora para el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A..... | 52 |
| 4.3.1 | Propuesta de aplicación de la metodología DMAIC..... | 53 |
| 4.3.1.1 | Definir el problema..... | 53 |
| 4.3.1.2 | Medir..... | 54 |
| 4.3.1.3 | Analizar..... | 55 |
| 4.3.1.4 | Mejoras..... | 55 |
| 4.3.1.5 | Controlar..... | 65 |
| 4.4 | Análisis costo-beneficio | 68 |
| 4.4.1 | Costos de las horas requeridas para realizar la propuesta..... | 68 |
| 4.4.1.1 | Costos de herramientas/repuestos..... | 69 |
| 4.4.2 | Beneficios económicos de la propuesta..... | 70 |
| | CONCLUSIONES..... | 72 |
| | RECOMENDACIONES..... | 74 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 75 |
| | ANEXOS | |
| A | Lay out de la planta donde se aprecia el área en estudio..... | 78 |
| B | Diagrama de bloque del proceso de inspección de neumáticos radiales .. | 80 |
| C | Diagrama de bloque del proceso de inspección de neumáticos Radiales propuesto (inspector) | 82 |
| D | Diagrama de bloque del proceso de inspección de neumáticos Radiales propuesto (ayudante). | 84 |
| E | Planilla de reporte de inspección para exportación | 86 |

LISTA DE CUADRO

CUADRO

| | |
|--|----|
| 1. Herramientas lean seis sigma | 19 |
| 2. Tasa de falta seis sigma..... | 21 |
| 3. Historia de la mejora continua..... | 21 |
| 4. Población..... | 24 |
| 5. Caucho de gama pasajero..... | 31 |
| 6. Caucho gama camioneta..... | 31 |
| 7. Matriz FODA..... | 39 |
| 8. Herramientas..... | 42 |
| 9. 5 ¿Porqué?..... | 48 |
| 10. Definir..... | 54 |
| 11. Medir..... | 54 |
| 12. Analizar..... | 55 |
| 13. Mejorar..... | 56 |
| 14. Cronograma de mantenimiento..... | 65 |
| 15. Controlar..... | 66 |
| 16. Seguimiento diario de piezas entregadas..... | 66 |
| 17. Costo de mano de obra..... | 69 |
| 18. Costos detallados de materiales..... | 70 |

LISTA DE FIGURA

FIGURA

| | Pp |
|--|----|
| 1. Corrimiento de 1,5 sigma en el largo plazo..... | 20 |
| 2. Confección de neumático radial..... | 30 |

| | |
|--|----|
| 3. Imágenes de teleférica que transporta los cauchos..... | 33 |
| 4. Distribución del área de inspección tercer control..... | 34 |
| 5. Toma de tiempo para cauchos gama pasajero..... | 37 |
| 6. Toma de tiempo para cauchos gama de camioneta..... | 38 |
| 7. Distribución departamento de acabado..... | 45 |
| 8. Observación directa, puesto de trabajo..... | 47 |
| 9. Diagrama causa y efecto..... | 50 |
| 10. A3 REPORT: Aprovechamiento de exportación..... | 52 |
| 11. Distribución de área inspección tercer control..... | 57 |
| 12. Redistribución del área de inspección de tercer control..... | 58 |
| 13. Propuesta de mejora..... | 62 |
| 14. Toma de tiempo para cauchos de gama pasajero..... | 63 |
| 15. Toma de tiempo de cauchos gama camioneta..... | 64 |
| 16. Reporte vía SAP del departamento de logística..... | 67 |



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE MEJORA DEL ÁREA DE INSPECCIÓN TERCER
CONTROL EN EL DEPARTAMENTO DE ACABADO EN LA EMPRESA
PIRELLI DE VENEZUELA C.A.**

Autor: Pedro Correa

Tutor Académico: Ing. José Sánchez

Fecha: Agosto, 2018

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la empresa PIRELLI DE VENEZUELA, C.A., la cual se dedica a la fabricación y comercialización de cauchos automotrices. Esta empresa se caracteriza por siempre estar en su constante mejoramiento de sus procesos, producto e instalaciones con la finalidad de permanecer en el mercado y así ofrecer a sus clientes el mejor producto satisfaciendo sus necesidades dejando en alto constantemente la calidad de lo que ofrecen. En la actualidad esta empresa llevara a cabo un proyecto que permita aumentar la capacidad de exportación y la estación de trabajo en estudio no se encuentra acorde a las necesidades y estándares que se requieren para un trabajo cómodo y seguro que permita la producción a su máxima capacidad. Para lograr que esta investigación sea de gran provecho para la empresa se realizara un diagnóstico de la situación actual, un análisis de todas las variables que se ven involucradas en el problema para así poder desenvolver las mejores propuestas de mejoras, lograr evaluar económicamente cada una de ellas y quedarse con la más conveniente para la empresa. Para este estudio, dentro de la investigación no experimental, se utilizó el diseño investigación de campo, se aplicó la observación directa y las entrevistas no estructuradas. Esta investigación es de tipo factible.

Palabras claves: Mejora, producción, proceso.

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente modernización en la tecnología manufacturera, Pirelli de Venezuela, C.A. ubicada en Guacara estado Carabobo, encargada de la producción de una gran gama de neumáticos de alto performance. Al Enfrentar a un mundo cada vez más competitivo, es lo que lleva a tomar medidas para desafiar distintos cambios y poder innovar en el negocio aplicando firmemente herramientas de mejora continua para analizar, implementar y hacer un seguimiento de las buenas practicas, creando una cultura organizacional eficiente y eficaz con el fin de brindarle al cliente un producto o servicio con un valor agregado diferente al de la competencia.

El objetivo primordial de este trabajo de investigación es mejorar el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de esta empresa, que permita mantener su máxima capacidad de producción garantizando la mayor certificación de neumáticos radiales, sabiendo que al implementar cualquier cambio en esta estación, se puede ver afectada debido ya que es un área critica donde se realizan muchas actividades con diferentes propósitos que agregan valor al producto final, trayendo como consecuencia que estas estaciones de trabajo carezcan de espacios físicos disponibles para la implementación de un cambio de diseño. La intención del autor es generar con esta investigación un buen rendimiento en todas las operaciones que intervienen para garantizar que se cumpla con la meta propuesta por la empresa de cauchos exportados mensualmente, proporcionar seguridad y dejar un espacio de trabajo cómodo para los operadores que se encuentran en esa área.

Una vez que se diagnostique la situación actual y se analicen todos las variables que forman parte de esta investigación se debe proceder a las propuestas de mejoras que son la esencia de este estudio, considerando lo importante, que es una evaluación económica factible y beneficiosa para la empresa, que permita la ejecución más adelante de este trabajo de investigación.

Para cumplir con las exigencias establecidas por la Institución para la presentación de este proyecto, este está formado por cuatro capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el Capítulo I, denominado el problema se proyectó todo lo relacionado a la problemática de la investigación, específicamente el planteamiento del problema, su formulación, su objetivo general sus objetivos específicos, la justificación y el alcance de la investigación.

Consecutivamente, en el Capítulo II, el cual adquirió el papel de establecer teóricamente la presente investigación, tomó en consideración los antecedentes y las bases teóricas de la misma, así como la definición de términos básicos que la fundamentan referente a las variables estudiadas.

Luego, en el Capítulo III se hace referencia de la metodología utilizada en la investigación, evidenciando el tipo y diseño de la investigación, nivel de la investigación, la población, la muestra, instrumentos de recolección de datos y las fases metodológicas.

Continuando con el Capítulo IV, denominado Resultados, en este se desarrollan los objetivos específicos, luego del diagnóstico se presentan las propuestas. Para finalizar se presentara las conclusiones y recomendaciones y las referencias bibliográficas que formaron parte de la recolección de información para la investigación, siendo de gran ayuda para la elaboración de la parte metodológica de este trabajo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.

En la actualidad las empresas manufactureras del mundo están enfocadas en asegurar las altas utilidades que arroja la producción de su fábrica, tomando en consideración los detalles, que aunque no parecen muy relevantes pueden ocasionar gran impacto económico para la empresa. Es por ello, la importancia de constantemente estar mejorando los espacios de trabajos y así lograr obtener una distribución de planta estandarizada que permita mejorar la producción de la empresa.

La empresa Pirelli de Venezuela está en la necesidad de iniciar una investigación que permita mejorar el funcionamiento de una de sus áreas, que agilice todos sus procesos referentes a la entrega de producto terminado y que permita llevarlo de forma eficiente al consumidor, un producto de excelente calidad y al menor precio posible. Estos procesos se relacionan con la clasificación, inspección, almacenaje, transporte y distribución; para ofrecer al cliente la mercancía en el plazo de tiempo estipulado, en el lugar indicado, en el tiempo preciso y a precios competitivos.

Pirelli llegó al país el 10 de octubre de 1990, momento en el que adquirió las instalaciones de la empresa Neumaven, en el marco de una década promisorio, donde el mercado interno consumía cada vez más neumáticos y la producción aún era insuficiente para abastecer las necesidades de los consumidores en Venezuela.

Cuando se establece en Guácaro, Estado Carabobo, la fábrica Pirelli de Venezuela, se inicia en la producción de neumáticos de comprobada calidad, logrando obtener, con 100 puntos de distribución en todo el país, el 20% del mercado nacional para ese momento con una capacidad de producción de más de cinco mil neumáticos para el mercado nacional e internacional. Al poco tiempo, logra ampliar su cadena de distribución a 200 puntos de venta y atención al cliente, repartidos estratégicamente en las principales ciudades de la geografía nacional, generando más de 700 empleos

directos y más de 2000 indirectos, que ofrecieron un aporte muy importante a la zona de Guacara, comunidad en donde está ubicada la planta, y donde reside el 70% de su personal.

La empresa PIRELLI DE VENEZUELA, C.A siempre en busca de la mejora continua de sus procesos, ha tenido que adoptar una política agresiva que contemple la implementación de diversos instrumentos tales como reingeniería de procesos, creación de nuevos puestos de trabajo, administración total de sus recursos y otros, motivado con la idea de generar un aumento en la productividad, y a su vez causar un impacto mínimo tanto en los costos de fabricación y productos ofertados como en el medio ambiente. En consecuencia, la empresa se encuentra en una política de innovación constante en cuanto a la tecnología de sus productos como lo es la adquisición de materia prima o equipos de mejor calidad, con mejor resistencia y más económicos.

Cabe agregar que para el estudio de una nueva mezcla, adquisición materia prima o inclusión de otra medida de neumático al mercado es importante tomar en cuenta las siguientes estrategias:

- Decisiones sobre el producto; ¿Qué atributos tiene ese producto? ¿Qué debería tener? ¿Cuál es su calidad?
- Decisiones sobre la distribución; tipo de canal a utilizar, alcances de las responsabilidades, identificación de los procesos actuales vs los proyectados.
- Decisiones sobre la relación costo-beneficio; ¿Qué costo incurren en planta al incorporar una nueva medida? ¿es rentable? ¿Existe elasticidad precio-demanda? ¿Cómo reaccionan los competidores?
- Decisiones sobre comunicación; ¿Qué se desea comunicar? ¿Cuáles son los objetivos comunicacionales? ¿Qué canales de comunicación se va a utilizar para introducir el producto al mercado?

Con lo expuesto anteriormente, es donde se puede observar que se logra una buena programación a la hora de innovar cuando la empresa se vea en la necesidad de desarrollar nuevos proyectos.

Años atrás esta empresa estaba en el mercado de exportación logrando llevar neumáticos de primera calidad por toda Suramérica, pero tuvo que cesar las actividades de exportación por problemas en la asignación de divisas por parte del estado, ocasionando retraso considerable en la adquisición de materia prima y teniendo que reducir en gran medida su nivel de producción. Para solventar este problema la empresa de Pirelli de Venezuela junto con la de Brasil idearon un plan en el que ambas empresas salen beneficiadas, consiste en que la empresa ubicada en Venezuela le compra materia prima a la empresa de Brasil y una vez que en la empresa de Venezuela se hayan fabricado los neumáticos se deben enviar al menos 10.000 neumáticos al mes a Brasil para generar sus propias divisas y así lograr adquirir nuevamente materia prima de esta empresa que cubra con la necesidad del mes siguiente.

Este plan trae consigo un problema logístico ya que la empresa ubicada en Brasil no puede enviar la materia prima directamente a Venezuela ya que parte de esa materia prima debe ir a Colombia y en los puertos del país tardan mucho al liberar esta mercancía. Es por esto que primero debe ser enviada a Colombia y, una vez clasificada allá, es enviada a Venezuela, ocasionando que Pirelli de Venezuela se vea en la necesidad de trabajar en un esquema de 3x2 que consiste en trabajar 3 días a la semana y librar 2 sin tomar en cuenta los días no laborables por ley como lo son sábado y domingo, es decir, un operador trabajara 3 días y librará 4 a la semana teniendo como días productivos miércoles, jueves y viernes; esto con la finalidad de mantener un ahorro de luz, agua, mantenimiento de máquinas, entre otros. También se vio en la obligación parar la producción de neumáticos convencionales y de moto quedándose únicamente con la producción de neumáticos radiales con el fin de lograr cumplir con la cuota mínima de 10.000 cauchos radiales por mes con calidad de exportación.

El área de esta empresa encargada de determinar si un caucho cumple las características específicas para ser exportado se llama área de inspección tercer control, ubicada en el departamento de acabado. Esta área cuenta con una jornada laboral de 3 turnos por día en el que laboran dos inspectores por turno considerando también que solo se trabajan 3 días a la semana y se mantiene un promedio de 13 días trabajados por mes. Un inspector actualmente certificando un neumático de medida 205/55 R16, que se denomina neumático de vehículo de pasajero por ser un producto pequeño y liviano junto con otras medidas que entran dentro de estas mismas características, consume alrededor de 205 segundos que equivalen a 3.4 minutos por unidad, un neumático de camioneta medida 31x10.5 R15 S-ATR toma 262 segundos equivalente a 4.4 minutos por unidad.

Se planteó como meta que cada operador debe certificar al menos 129 cauchos por turno para llegar a 10.062 cauchos al mes. Las políticas de exportación establecidas en el acuerdo entre ambas empresas es que deben ser 80% neumáticos de pasajero y 20% de camioneta, es decir, de los 129 cauchos inspeccionados por turno serán 103 de pasajeros y 26 de camioneta por operador.

Un turno cuenta con 450 minutos; 103 cauchos de pasajeros toman 350 minutos y 26 cauchos de camioneta toman 114 minutos. Un operador para cumplir la cuota necesitaría 464 minutos. Es decir, tiene un déficit de 14 minutos que caerán al operador de segundo turno y los de este caerán al tercer turno ocasionando una gran cantidad de tiempo que no se podrá recuperar y, en consecuencia, no se lograría cumplir la cuota de exportación estipulada. En la situación actual solamente se logran inspeccionar alrededor de 8.000 cauchos con calidad de exportación, ocasionándole a la empresa una problemática. Esta empresa está en la necesidad de exportar al menos 10.000 cauchos al mes ya que es lo que garantiza la compra de la materia prima para cumplir con el programa del mes siguiente y así garantizarse un mes más de operaciones, de no cumplir con esta cuota no implica que no podrá adquirir materia prima sino que le dificultara cumplir con el programa del mes siguiente a causa de la diferencia de los 300 cauchos o más que no logro certificar a final de mes, trayendo

como consecuencia que no logre generar las divisas suficientes para cubrir su planificación de producción para el mes siguiente, viéndose en la obligación de reducir su volumen de producción. Si reduce el volumen de producción le será aún más difícil cumplir con la cuota mensual de cauchos con calidad de exportación y esto se ira acentuando cada mes produciendo cada vez menos cauchos y en consecuencia certificando menos unidades. Para evitar que esto pase se debe mejorar el área de inspección tercer control organizándola de una manera más óptima, aplicando la metodología seis sigma, redistribución en planta y la teoría de cola para determinar el tiempo de suministro de cauchos para su inspección y el tiempo que cada trabajador debe tomarse en el proceso de certificación sin alterar el programa de producción manteniendo el esquema de 3x2.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede aumentar la capacidad de certificación del área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa PIRELLI DE VENEZUELA, C.A aplicando la metodología seis sigma?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Mejorar el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela con el fin de aumentar la capacidad de certificación de neumáticos radiales.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Diagnosticar la situación actual en el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.
- Analizar las variables afectadas en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela.
- Diseñar la propuesta de mejora para el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A

- Evaluar económicamente la propuesta de mejora en el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A

1.4 Justificación de la investigación.

La empresa Pirelli de Venezuela se ha encontrado con la necesidad de mejorar el sistema de inspección de cauchos con calidad de exportación para así mantenerse compitiendo en el mercado nacional y especialmente en el mercado internacional para generar su propio sustento de divisas para seguir satisfaciendo la demanda actual de cauchos que existe en el país.

Las herramientas de mejora continua en la actualidad son parte fundamental para la mejora en cualquier departamento, el crecimiento de las empresas y deben sentirse comprometidos con el fin de aumentar la producción de sus procesos, en efecto, conseguir la excelencia en sus productos y así satisfacer las necesidades del cliente. Visto de esta forma, es importante resaltar que Pirelli de Venezuela, C.A, siempre se ha caracterizado por ser una corporación que se dirige al mercado de manufactura de neumáticos, siendo el proveedor número 1 de la fórmula 1 F1. Es por ello que estas herramientas junto con la aplicación de la metodología seis sigma disminuirían la probabilidad de falla, de paradas no programadas por ocio, riesgos por disergonomia, fatiga por traslados repetitivos y otros. En resumidas cuentas, garantizar como resultado el mínimo de pérdidas y 100% de productividad.

1.5 Alcance

Desarrollar un plan de mejora en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A ubicada en Guacara, estado Carabobo, donde se realizar un estudio previo de la capacidad de inspección del área, para que esto permita preservar su correcto proceso y mantener los estándares de producción y calidad requeridos por la empresa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El marco teórico o marco referencial es el producto de la revisión documental – bibliográfica y consiste en una recopilación de ideas, posturas de autores, conceptos y definiciones que sirven de base a la investigación por realizar (Arias, 2012)

Es importante acotar, que la fundamentación teórica, determina la perspectiva de análisis, la visión del problema que se asume en la investigación y de igual manera muestra la voluntad del investigador, de analizar la realidad objeto de estudio de acuerdo a una explicación pautada por los conceptos, categorías y el sistema proposicional, atendiendo a un determinado paradigma teórico (Balestrini, 2007, p. 91).

En el marco teórico o referencial de la investigación, se debe incorporar los elementos centrales de orden teórico que orientarán el estudio, deben estar relacionados con el tema de investigación y el problema.

2.1 Antecedentes de la investigación.

Contreras, John (2013) en su trabajo de grado: **Propuesta de un plan de mejoras en las líneas de decoración de envases de aluminio de la empresa Cervecería Polar C.A. Planta Superenvases** presentado en la Universidad José Antonio Páez, Edo Carabobo. Venezuela. Tiene como propósito diseñar un plan de mejoras basado en informes estadísticos de los diferentes problemas de calidad de las líneas que permita aprovechar al máximo la materia prima disponible disminuyendo el producto no conforme convirtiéndolo en producto apto de buena calidad e imagen para el mercado. El plan de acción aquí propuesto fue una condición para poder contar con un personal actualizado, adiestrado e involucrado en su trabajo, de manera que se minimice la aparición del defecto de impresión, a su vez se propuso alternativas en cuanto a la operación de las maquinas impresoras, por otra parte la metodología que se aplico fue (DMAIC) el cual consistió en analizar el proceso, medir la magnitud de la falla del proceso, analizar la falla, mejorar la condición del problema y lo más

importante controlar la falla para que no vuelva a ocurrir en futuros y caer en ciclos repetitivos. Guardando gran similitud con el proyecto de investigación presentado ya que se usó la misma metodología (DMAIC) para la recolección de datos brindando información adicional importante para la recolección de datos.

De igual forma, Moros Ochoa, María Andreina (2010) tituló su trabajo de grado **Impacto de las nuevas tecnologías en la calidad de servicio del sector bancario y su influencia en la satisfacción del cliente. Caso de estudio: Banco Sofitasa-Venezuela** en la Universidad de Deusto, España. Donde nos da a conocer el problema que existe en el sector bancario debido al constante avance siendo Venezuela uno de los países con un avance lento en cuanto a tecnología. En este proyecto se proponen mejoras usando el Seis Sigma para el análisis y la recopilación de datos estadísticos para así generar una base de datos confiables para proceder con proponer una solución en cuanto a calidad de servicio y atención al cliente, buscando las fallas más importantes en el servicio y mediante herramientas como lo es un Pareto o el Diagrama de Ishikawa buscar el origen de las fallas para dar con la solución. El trabajo de investigación guarda relación con el este ya que para adaptarse a estos cambios y dar respuesta a las nuevas necesidades de los clientes, tanto las empresas en el sector industrial como las instituciones financieras venezolanas también han tenido que modificar sus actividades para mantenerse en el mercado y seguir siendo competitivas.

También, Vázquez Martínez, Gilberto Jose (2010) cuyo trabajo de grado titulado **Análisis e implementación de técnicas de optimización de los procesos industriales en el sector vitivinícola en la denominación de origen Rioja** presentado en la Universidad de La Rioja, España. Comienza con un análisis de las técnicas de optimización de procesos industriales, orientadas hacia la mejora en los procesos de producción de vino, para hacer una selección motivada de las más interesantes y determinar su aplicabilidad el sector vitivinícola de La Rioja. Posteriormente se estudia la aplicación a una bodega de la Denominación de Origen Calificada Rioja, para mostrar el proceso de aplicación, y que pueda ser referente para

el sector. Para esto utilizo una técnica de aplicación conjunta denominada Lean-Seis Sigma. La intención del autor de este proyecto consistió en buscar reducir los defectos en todos los procesos (especialmente en el embotellado) guardando gran similitud con lo que se busca hacer en el área de inspección de tercer control en Pirelli de Venezuela.

Así mismo, Araujo, Richard (2010), en su trabajo de grado titulado, **Propuesta para Mejorar el Proceso de Barnizado Interno, en la Línea de Fabricación de Envases de Aluminio para Bebidas de 12 Onzas en la Empresa Cervecería Polar C.A Planta Superenvases**, realizado en la Universidad José Antonio Páez desarrolló una investigación en la empresa Cervecería Polar C.A; Planta Superenvases, la cual es una organización del ramo metalmecánico dedicada a la fabricación de envases y tapas de aluminio. En la investigación se planteó la necesidad de un estudio de que permita la evaluación y disminución de un defecto crítico “Exposición metálica”, zonas no recubiertas con barniz interior en los envases de aluminio de 12 onzas, por esta razón se propone un plan de mejoras para el proceso de barnizado interno en la línea de fabricación de envases. Dicho estudio se realizó mediante un diagnóstico y análisis de la situación actual del proceso, y finalmente diseñar un plan de acción que conllevará a minimizar la ocurrencia del defecto. En la investigación se aplicaron diversos conceptos de mejoramiento continuo de procesos y técnicas, las cuales se orientan en la búsqueda de las mejores soluciones a la problemática descrita, adicionalmente se emplearon la técnica de la observación directa, la encuesta y la entrevista no estructurada a operadores o mecánicos de producción de latas y expertos de forma tal que proporcionaran respuestas y poder sacar algunos resultados. Esta investigación sirvió de base ya que fue un estudio en una de las áreas de Decoración de Cervecería Polar C.A. Planta Superenvases sobre los productos no conformes del 12 barnizado; adicionalmente brindo información acerca de las técnicas usadas para el análisis de problema.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 Introducción y origen del Six Sigma

En cualquier compañía, la elaboración de los productos en el área industrial involucra principalmente tres etapas: la entrada donde se ubica el personal, material, equipo, políticas; proceso que comprende la realización del producto o servicio y por último la salida que es brindar un servicio o elaboración de un producto.

El creador del seis sigma fue Bill Smith, ingeniero y científico de Motorola, según Breyfogle III, Cupello y Meadows (2001) fue Bill Smith quien creó las estadísticas y fórmulas de los principios de la cultura del Seis Sigma. Bob Galvin, quien en esa época era CEO de Motorola, pudo ver la fuerza de dicha teoría y apoyo la idea que tenía Bill. Más tarde el Vicepresidente Jack Germaine fue nombrado como Director de Calidad de la compañía e implemento la idea. Muy pronto cada empleado de la compañía estaba entrenándose para este nuevo método.

El resultado de esto fue una cultura de calidad que se distribuyó en toda la compañía y condujo a esta a un periodo de ventas y crecimiento sin precedentes. Este crecimiento fue reconocido con el premio nacional de calidad Malcom Baldrige. Motorola lanzo su programa de calidad denominado Seis Sigma el 15 de Enero de 1987.

2.2.2 Six Sigma

La pregunta ¿Qué es Six Sigma?

Puede contestarse de varios modos, entre ellos se presentan las definiciones:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

Las empresas que persiguen la mejora continua basada en la filosofía Six Sigma logran no sólo reducir el nivel de defectos, sino también:

- Reducir costos a través de la eliminación de errores internos.
- Reducir el tiempo de proceso.

- Incrementar su productividad.
- Mejorar la calidad en el proceso de desarrollo y lanzamiento de nuevos productos.
- Mejorar el nivel de resultados de los procesos de soporte.

El principal enemigo de Seis Sigma es: la variabilidad. Para entender esto se emplean las siguientes definiciones:

Pande, Neuman y cavanagh (2000, p. 3) lo definen como “un sistema comprensible y flexible para alcanzar, sostener y maximizar el éxito en los negocios. Entendiendo las necesidades de los clientes, el uso disciplinado de los hechos, datos y análisis estadísticos, con una diligente atención hacia la administración, dirección y mejoramiento de los procesos”.

También lo definen Banuelas y Antony (2002, p. 2) como “una estrategia de la mejora del negocio para su beneficio, a través de la eliminación del desperdicio, reducción de los costos y mejoramientos de la eficacia y eficiencia de todas las operaciones para resolver o aun exceder las necesidades y expectativas del cliente”.

2.2.3 Propósito de Seis Sigma

Según Lopez (2000) es proporcionar la información necesaria para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en cualquier actividad que se esté llevando a cabo.

2.2.4 Principios de Seis Sigma

Pedro Lara (2013) nos dice que “Como la mayoría de los grandes inventos, Seis Sigma no es ‘todo nuevo’. Aunque algunos de sus principios surgen de recientes éxitos del pensamiento empresarial, otros se basan en el sentido común. Desde la perspectiva de una herramienta, Seis Sigma es un universo muy amplio”

Pedro Lara define los 6 principios de la siguiente manera:

2.2.4.1 Auténtica orientación al cliente

La orientación al cliente se convierte en prioridad número uno. Por ejemplo, las medidas de rendimiento Seis Sigma empiezan con el cliente. Las mejoras Seis Sigma se definen por su impacto en la satisfacción del cliente y por su valor. Veremos por qué y cómo su empresa puede definir las necesidades del cliente, medir el

rendimiento frente a ellas y mantenerse en la cumbre de los nuevos desarrollos y de la atención de necesidades insatisfechas.

2.2.4.2 Gestión orientada a datos y hechos

Ayuda a los directivos a responder a dos preguntas esenciales que apoyan las decisiones y soluciones basadas en hechos:

1. ¿Qué datos/información necesito realmente?

2. ¿Cómo debo utilizar esos datos/información para obtener el máximo beneficio?

2.2.4.3 Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos.

Convencer a los líderes y a los directivos, especialmente en las actividades y mercados basados en servicios, de que dominar los procesos no es un mal necesario, sino realmente una forma de construir ventajas competitivas en la entrega de valor a los clientes.

2.2.4.4 Gestión Proactiva.

Hacer un hábito de una serie de prácticas empresariales que, muy a menudo, son ignoradas: definir objetivos ambiciosos y revisarlos frecuentemente; establecer las prioridades de forma clara; centrarse en la prevención de problemas en vez de en apagar fuegos; plantearse por qué hacemos cosas en vez de defenderlas ciegamente con un “aquí las cosas se hacen así”.

2.2.4.5 Colaboración sin fronteras

No significa un sacrificio desinteresado, pero requiere una comprensión tanto de las necesidades reales de los usuarios finales como del flujo del trabajo en un proceso o en una cadena de suministro. Además, requiere una actitud que impulse a utilizar el conocimiento de los clientes y procesos para beneficiar a todas las partes. Por tanto, el sistema Seis Sigma puede crear un entorno y unas estructuras de gestión que den soporte a un verdadero trabajo en equipo.

2.2.4.6 Búsqueda de la perfección; tolerancia a los errores.

Las técnicas para mejorar el rendimiento comprenden una dosis significativa de gestión del riesgo (si va a equivocarse, cometa fallos seguros). La idea fundamental,

sin embargo, es que cualquier empresa que haga de Seis Sigma su objetivo tendrá que impulsarse constantemente para ser cada vez más perfecta (puesto que la definición de “perfecto” para el cliente estará en constante cambio), al mismo tiempo que estar dispuesta a aceptar y gestionar errores ocasionales, esto último para alcanzar el objetivo que dicta la famosa frase de seis sigma: “seis sigma significa 3.4 errores por millón de piezas producidas”

2.2.5 Estrategia competitiva de Seis Sigma.

La estrategia consiste en implementar en cada nivel de la empresa un modelo de gestión empresarial que se base en la mejora de procesos, usando el conocimiento derivado del proceso estadístico de datos, esto con el fin de determinar las acciones oportunas para lograr una calidad que represente un índice final de defectos del producto de solo 3.4 defectos por millón. Barba et. Al. (2000)

La calidad en seis sigma es hacer las cosas tal cual como las quiere el cliente, es darle la calidad que a él le interesa. Implica acordar con un cliente qué características de un producto o servicio son importantes para él y luego dárselas de un modo casi perfecto, libre de fallos.

Seis sigma reduce los costos globales de la compañía mediante la mejora de la calidad del producto acabado hasta cifras muy bajas, ya que está demostrada la existencia de una alta correlación entre los defectos por millón de productos y los costos de no calidad de una compañía.

2.2.5.1 Costos de la no calidad.

Son los costos derivados de la falta de calidad, de la no conformidad o no cumplimiento de las especificaciones de los clientes o de no alcanzar los niveles de calidad requeridos. Aquí se incluyen los fallos y errores en el diseño, desarrollo y producción antes y después de la entrega al cliente que provocan su insatisfacción.

Dentro de los costos de no calidad dentro de una empresa tenemos:

- **Costo por fallos internos:** son aquellas no conformidades descubiertas antes de entregar un producto o realizar un servicio. Por ejemplo: defectos visibles en una pieza que se va a entregar al cliente

- **Costo por fallos externos:** son todos los costos en los que se incurre cuando el producto o servicio defectuoso es detectado cuando ya lo ha recibido el cliente. Un ejemplo sería el costo de las garantías.
- **Costo de evaluación:** costos asociados a la confirmación del grado de calidad del producto o servicio. Como por ejemplo: los costos asociados con la evaluación del producto, tanto en los departamentos de diseño como en laboratorios externos.
- **Costos de prevención:** se trata del conjunto de costos orientados a minimizar el costo de los fallos internos y externos como el de evaluación. Por ejemplo: los costos de investigación de mercado.
- **Costo por pérdida de oportunidad:** una falta de calidad en el proceso de marketing nos puede hacer perder un nuevo mercado potencial en un nuevo país, por ejemplo al lanzar una campaña publicitaria que no esté acorde con la cultura del país.

2.2.6 Herramientas del seis sigma

De acuerdo con Pand y Holp (2002), cualquier técnica que ayude a comprender, gestionar y mejorar un negocio o un proceso, califica para ser una herramienta Seis Sigma.

Dentro de las herramientas que podrían aplicarse en Seis Sigma tenemos:

2.2.6.1 Herramientas para generar ideas y organizar la información.

1. Tormenta de ideas
2. Votación simple
3. Diagrama de Árbol
4. Mapa de proceso a primer nivel (diagrama PEPSC)
5. Diagrama de flujo de procesos
6. Diagrama Causa-Efecto

2.2.6.2 Herramientas para la obtención de muestras.

1. Muestreo aleatorio
2. Definiciones operacionales

3. Hoja de control y hojas de calculo
4. Análisis de sistema de medida (ASM)

2.2.6.3 Herramientas para el análisis de procesos y datos.

1. Análisis de flujo de proceso
2. Análisis de valor añadido
3. Diagramas y gráficos
4. Diagrama de Pareto
5. Histograma
6. Diagrama de dispersión o correlación.

2.2.6.4 Herramientas para el análisis estadístico.

1. Test de significación estadística
2. Correlación y regresión
3. Diseño de experimentos

2.2.7 Fases de Seis Sigma

Las fases de Seis Sigma (DMAIC)

Definir: seleccionar las respuestas apropiadas (“Y”s a ser mejoradas)

Medir: Recolección de datos para medir la variable de respuesta

Analizar: Identificar la causa raíz de los defectos o de las mediciones que se desvían de las especificaciones de manera significativa (variables independientes X)

Mejorar: Reducir la variabilidad o eliminar la causa

Control: Una vez implementadas las mejoras, monitorear los procesos para mantener la mejora. Modificado de

Las fases de Seis Sigma (RDMAICSI de M. Harry)

Reconocer: la situación real del negocio

Definir: los planes a implementar para mejorar cada estado del negocio

Medir: Los sistemas de negocio que soporten los planes

Analizar: las brechas en el desempeño del sistema contra benchmarks

Mejorar: los sistemas para lograr las metas de desempeño

Control: de características a nivel de sistema que son críticas para el valor

Estandarizar: el sistema que pruebe ser el mejor en su clase

Integrar: sistemas mejores en su clase en el marco de planeación estratégica

Aplicando la metodología DMAIC de solución de problemas se tiene:

Fase de definición:

- Clarificar los objetivos, valor del proyecto y problema
- Establecer el Contrato del proyecto (Team Charter)
- Identificar el promotor y los recursos para el equipo
- Preparar y planear el proyecto

Herramientas: Selección de proyectos, definición del problema, NPV/IRR/DCF, administración del proceso

Fase de medición:

- Colección de datos sobre el problema, en servicios a veces inexistentes
- Confirmar la meta del equipo
- Definir el estado actual o línea base
- Colectar y resumir los datos

Herramientas: Mapeo de procesos, análisis del valor, tormenta de ideas, técnicas de votación, diagrama de Pareto, diagrama de afinidad, diagrama de causa efecto, AMEF, hojas de verificación, cartas de tendencias, cartas de control, estudios R&R

Fase de análisis:

- Caracterizar la naturaleza y amplitud de defectos y trampas de tiempo
- Determinar capacidad y velocidad del proceso, determinar fuentes de variación y cuellos de botella

Herramientas: Cp, Cpk, acelerador de tiempo y análisis de restricciones en la cadena de valor, estudios Multi Vari, diagramas de caja, gráficas marginales, gráficas de interacción, análisis de regresión, ANOVA, matrices de causa efecto, AMEF, formatos de definición de problemas, Mapa de oportunidades.

Fase de mejora:

- Eliminar los defectos de calidad y mejorar la velocidad del proceso (tiempo de respuesta y entregas a tiempo)
- Generar ideas
- Realizar experimentos
- Crear modelos ficticios
- Realizar análisis B versus C
- Desarrollo de planes de acción
- Implementar planes de acción

Herramientas: Tormenta de ideas, sistemas de jalar (Kanban), reducción de tiempos de preparación y ajuste, TPM, flujo de proceso, Benchmarking, diagrama de afinidad, Diseño de experimentos, pruebas de hipótesis, mapeo de procesos, B vs C, campo de fuerzas, diagrama árbol, PERT / CPM, PDCP / AMEF, diagrama de Gantt.

Fase de control:

- Mantener los beneficios de las soluciones
- Desarrollar el plan de control
- Monitoreo del desempeño
- Procesos a prueba de error

Herramientas: hojas de verificación, cartas de tendencias, histogramas, diagramas de dispersión, cartas de control, diagrama de Pareto, revisiones interactivas, Poka Yokes.

Herramientas de Lean Seis Sigma (Ver Cuadro 1)

Cuadro 1. Herramientas lean Seis Sigma

| Definición | Medición | Análisis | Mejora | Control |
|--|--|-----------------------|----------------|---------------------------|
| Mapa de la cadena de valor (VSM) | Matrices de priorización | Análisis de regresión | DOE | CEP |
| Contrato (charter) – Establecer el problema | Estudios de Capacidad de equipos de medición (MSA) | 5 - porqués | Eventos Kaizen | Controles visuales |
| Voz del cliente | Estudios de | Diagrama de | TOC | Planes de control |

| | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|--|------------------------------------|--|
| Planes de comunicación | capacidad Filmación | causa efecto Análisis de causa raíz | Sistemas de jalar | TPM |
| Problemas con CTQs | Estudio de tiempos SIPOC | ANOVA | SMED/SUD | Trabajo estándar |
| Resultados del negocio | | Análisis Multivari | 5Ss o 6Ss | Procedimientos e instrucciones de trabajo |
| Benchmarking | Colección de datos | Pruebas de hipótesis | Mejora del flujo de trabajo | Requerimientos de capacitación |

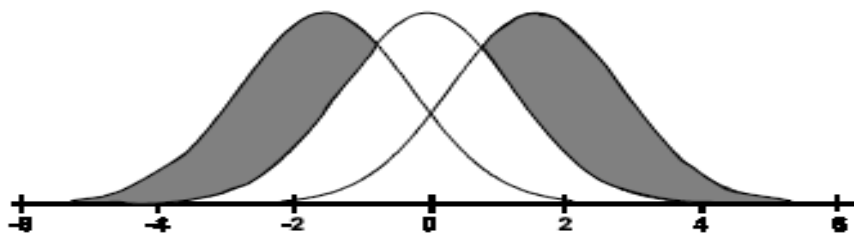
Fuente: Bergman y Barba (2006). **Seis sigma. Una estrategia pragmática** (p 85)

¿Por qué es importante lograr niveles de calidad Seis Sigma?

Un 99.9% de rendimiento equivale a un nivel de calidad de 1 sigma, representa 10 minutos sin transmisión de TV o 10 minutos sin línea telefónica por semana

Capacidad de procesos

Motorola notó que muchas operaciones en productos complejos tendían a desplazarse ± 1.5 s sobre el tiempo, por tanto un proceso de ± 6 s a la larga tendrá 4.5 s hacia uno de los límites de especificación, generando 3.4 DPMOs (defectos por millón de oportunidades). (Ver Figura 1)



Corrimiento de ± 1.5 s

Fig. 1 - Corrimiento de 1.5 sigmas en el largo plazo

La tasa de falla puede ser referida como los defectos por oportunidad (DPO), o defectos por millón de oportunidades (DPMO). (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Tasa de falla seis sigma

| Sigma Level | ppm |
|-------------|-------------|
| 6 sigma | 3.4 ppm |
| 5 sigma | 233 ppm |
| 4 sigma | 6210 ppm |
| 3 sigma | 66,810 ppm |
| 2 sigma | 308,770 ppm |
| 1 sigma | 697,672 ppm |

Fuente: Bergman y Barba (2006). **Seis sigma. Una estrategia pragmática** (p 135)

2.2.8 Historia de la mejora continúa

Historia de la mejora organizacional – Gurús de la calidad que han influido en Seis Sigma. (Ver Cuadro 3)

Cuadro 3. Historia de la mejora continúa

| Gurú | Contribución |
|--|---|
| Philip B. Crosby | Involucramiento de la dirección (ID), 4 absolutos de la calidad, costo de calidad |
| W. Edwards Deming | Ciclo de mejora PHEA, ID, enfoque a mejorar el sistema, constancia de propósito |
| Armand Feigenbaum | Control total de calidad / Gestión e ID |
| Kaoru Ishikawa | Diagrama causa efecto, CWQC, cliente siguiente Operación |
| Joseph Juran | ID, trilogía de la calidad, mejoramiento por proyecto, medir costo de calidad, Pareto |
| Walter A. Shewhart | Causas asignables vs comunes, Cartas de control, ciclo PHVA, estadística para mejora |
| Genichi Taguchi | Función de pérdida, relación señal a ruido, Diseños de experimentos, diseños robustos. Orientado a mejorar productos y reducir costos |
| Bill Smith (1929-1993) Padre de Seis Sigma | Gte. Aseg. Calidad – Motorola - Radios móviles, sugirió mejorar de 3 sigma a 6 sigma (3.4ppm) Con Mikel Harry, desarrollo las fases MAIC de Seis Sigma con “filtros lógicos” con herramientas de cada fase |
| Mikel Harry (Arquitecto de Seis Sigma) | QE y RE – Motorola impl. Solución de problemas con Método Juran, CEP, Shainin y DOE. Funda la Six Sigma Academy en 1994 |
| Forrest Breyfogle III – Texto completo Seis Sigma | Funda Smarter Solutions en 1992 para proporcionar consultoría y Capacitación en Seis Sigma |

Fuente: **Dr. Jeffrey N. Lowenth (2010). Guía para la aplicación de un proyecto seis sigma.** (p. 80)

2.3 Definición de términos.

Consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucradas en el problema formulado. Según Tamayo (1993), la definición de términos básicos "es la aclaración del sentido en que se utilizan las palabras o conceptos empleados en la identificación y formulación del problema." (p. 78). Teniendo esto en cuenta definimos:

Corrimiento: movimiento, flujo o comportamiento.

Herramienta: estrategia o método a usar para la obtención de datos.

Certificación: es un procedimiento destinado a que un agente valide o dictamine la calidad del sistema aplicado por una organización, partiendo y verificando si la misma cumple o no lo dispuesto por un determinado referencial o modelo de calidad, reconocido y oficial. En el caso de Pirelli de Venezuela, que cumpla con las políticas de exportación.

Metodología: hace referencia al conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica.

Disergonomía: es hablar de una desviación de lo aceptable como ergonómico o confortable para la persona en su labor, es decir, implica aquellos factores inadecuados del sistema hombre – máquina que incrementan la probabilidad de desarrollar una patología, y por tanto, incrementan el nivel de riesgo

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación.

La investigación está elaborada dentro de la modalidad de proyecto factible, según Orozco, Labrador y Palencia (2002), refiriéndose a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos; una modalidad de proyecto factible es toda “investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta, de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de grupos sociales u organizaciones”.

3.2 Diseño de investigación.

Según Hernández (1998), una investigación de campo es un análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. La fuente principal de datos es el sitio donde se presenta el problema, los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad, en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originarios o primarios.

Una vez dicho esto, la investigación forma parte de este diseño mencionado ya que el análisis que se realizara a la problemática es real, y los datos serán recogidos de manera directa por parte del autor.

3.3 Nivel de la investigación.

Según Tamayo (2003), una investigación de nivel descriptivo comprende un registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos, el enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. Y de este modo el nivel de investigación de este proyecto es de carácter descriptivo, ya que es útil para mostrar diferentes respuestas a un determinado fenómeno.

3.4 Población y muestra.

Las estadísticas no tienen sentido si no se consideran o relacionan dentro del contexto con que se trabajan. Por lo tanto es necesario entender lo que es población y muestra para lograr comprender qué papel cumplen en la investigación que se lleva a cabo. Arias (1999), señala que “es el conjunto de elementos con características comunes que son objetos de análisis y para los cuales serán válidas las conclusiones de la investigación”. (pág. 98).

De acuerdo con las Normas IUNICS (2011), la población constituye como el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones; la Muestra, un subgrupo de la población que debe ser representativo de la misma, y que se extrae cuando no es posible medir la totalidad de la población. Al escoger una muestra es importante que su tamaño garantice la representatividad del resto de la población de estudio. Cuando se trate de poblaciones pequeñas, la muestra puede ser equivalente a la población. (p.27).

Para el desarrollo de esta investigación, se consideró para la población la participación de los integrantes mostrados en el cuadro 1 resumen, por ser estos los encargados de la captura de la mayor parte de datos para ser manejados para esta investigación. (Ver cuadro 4)

Cuadro 4. Población

| CARGO | POBLACIÓN |
|---------------------------------|------------------|
| Gerente del área de acabado | 1 |
| Coordinador del área de acabado | 1 |
| Especialista de calidad | 1 |
| Supervisor del área de acabado | 1 |
| Delegado de prevención | 2 |
| Representante de HSE | 1 |
| Operador del área | 9 |
| Montacarguista | 1 |
| TOTAL | 17 |

Fuente: Pirelli de Venezuela (2018)

Hurtado y Toro (2006), definen la muestra como “un conjunto de elementos representativo de una población, con los que se trabajara en el proceso de la investigación”. (pág. 14).

Habiendo dicho esto y teniendo en cuenta que la población es finita y de número reducido, el muestreo es de tipo probabilístico, muestreo aleatorio simple y muestras estratificadas. Según IUNICS (2011). Muestras Probabilísticas son “todas las unidades de la población que tienen la misma probabilidad de ser elegidas.” Muestreo Aleatorio Simple “se elabora una lista de todas las unidades que conforman la población de estudio numerando consecutivamente a cada una de ellas, luego mediante cualquier sistema (tabla de números aleatorios, programa de computación) se van sorteando al azar estos números hasta completar el total de unidades que se requieren.” Muestras Estratificadas “inicialmente se divide la población en estratos dando representatividad a los distintos factores que la integran, la presencia de un elemento en un estrato excluye su presencia en otro. Para la selección de los elementos de cada estrato se emplea el muestreo aleatorio simple.”

3.5 Técnicas de recolección de datos.

Hurtado de Barrera (2007) asegura que ““las técnicas tienen que ver con los procedimientos utilizados para la recolección de los datos, es decir, el cómo. Estas pueden ser de revisión documental, observación, encuesta y técnicas socio métricas entre otras”.

Para respaldar esta investigación se utilizaron los siguientes recursos:

1. Recopilación documental, que incorpora la recolección de los antecedentes relacionados con la investigación. Este se realizó a través de la consulta de documentos escritos, videos e imágenes sean formales o no.
2. Otra técnica de recolección será la observación directa, la cual se elaboró con la finalidad de recopilar datos e información vinculados directamente con la investigación.

3. También se utilizara la entrevista no estructurada. Arias (2006) la define como aquella que se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados.

3.6 Instrumentos de recolección de datos.

Según López F. (2013) "señala que los instrumentos son las herramientas que se utilizan para la recolección, almacenamiento y procesamiento de la información recogida." (p 44). Se utilizó como instrumento en el caso de la recopilación documental, cronometro, planos, diagramas, videos, fotos. Para la observación directa, se emplearon instrumentos tales como: diario de campo, cuaderno de notas, videocámara. Y para la técnica de entrevista se manejó como instrumento anotaciones y cuestionario de entrevistas.

3.7 Fases metodológicas.

Con la intención de cumplir con los objetivos específicos de la presente investigación, se efectuó una serie de pasos que dieron acceso a una investigación objetiva y concreta llevando a una propuesta factible. En el presente proyecto, se establecieron cuatro fases descritas a continuación:

Fase I: Diagnosticar la situación actual del área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.

El objetivo en esta fase es realizar un diagnóstico de la situación actual que presenta el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela. Todos los requerimientos solicitados por parte de los integrantes que se encuentran relacionados con esta investigación serán tomados en cuenta como parte de la información del estado actual en el que se encuentra el área. La recopilación documental, observación directa y entrevista no estructurada serán las técnicas empleadas por el autor para definir el problema. Para esto se deben identificar las necesidades de los clientes para así poder revisar los distintos pasos del proceso.

Fase II Analizar las variables afectadas en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela

Esta fase permite al investigador enfocarse en las oportunidades de mejora al observar con más detalle los datos recogidos en la fase anterior. Con la información recolectada en la fase I, se realizara un análisis FODA para obtener las fortalezas, las oportunidades las debilidades y las amenazas que se encuentran presente en el departamento de acabado y poder realizar un estudio de selección de la mejora y estandarización en el área de inspección de tercer control.

Fase III: Diseñar la propuesta de mejora para el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A

Una vez que se tomó en consideración todos los aspectos mencionados anteriormente se procederá con el desarrollo de la propuesta para evaluar las posibles alternativas que lograrán el desempeño deseado. Para esto se aplicaran los conocimientos adquiridos de distribución de planta, seis sigma, manejo de materiales, investigación de operaciones, higiene y seguridad industrial e ingeniería de métodos con el fin de determinar la factibilidad de la propuesta que pueda generar el autor. También se debe considerar los requerimientos que soliciten los involucrados en el área de estudio, con la certeza de que cualquier cambio efectuado no afectara el área perjudicando las condiciones de trabajo de los inspectores o personal en general.

Fase IV: Evaluar económicamente la propuesta de mejora del área de inspección tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A

La evaluación económica es el siguiente paso a realizar una vez que se han culminado las fases descritas anteriormente, se tomara en cuenta los costos que surgirán de la propuesta de las distintas mejoras del área de tercer control, consideración un análisis de beneficios-costos que permitan aplicar las oportunidades de mejora de este proyecto.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se construyen los resultados obtenidos del proyecto de investigación, este se sustenta en técnicas de análisis y recolección de datos de los recursos y métodos de trabajo utilizados en línea de producción para determinar los factores a considerar en las propuestas de mejoras para el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A para luego realizar la evaluación económica de la propuesta.

En el anexo A se encuentra el lay out de la fábrica, estará señalado el departamento y área en estudio

4.1 Diagnosticar la situación actual del área de inspección de tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.

El diagnóstico de la situación actual presenta el proceso de operaciones que se están llevando a cabo actualmente en la empresa Pirelli de Venezuela, específicamente en el área de inspección tercer control. Se toman en cuenta variables como tiempo, distancia recorrida, descripción de la operación y análisis de las mismas y con esto se obtuvo el punto de vista de los operadores, supervisores, coordinadores involucrados, gerente de área, delegados de prevención involucrados en la situación actual de la estación en estudio.

Se aplicó la observación directa a todas las operaciones que conforman la inspección de neumáticos, utilizando videocámaras para captar cada etapa del proceso, además se formalizaron entrevistas no estructuradas personalmente a los que forman parte del área de trabajo directamente, como lo son los supervisores, coordinadores y operadores en la misma zona de trabajo, permitiendo conocer con detalle las debilidades y riesgos que se encuentran presente en el proceso.

Haciendo uso de los datos que fueron recolectados a través de dichas entrevistas, anotaciones, tormenta de ideas, revisión de planillas de producción y análisis de los videos tomados en el área se detectaron los siguientes problemas:

- Poco espacio físico
- Baja iluminación
- Exceso de esfuerzo físico
- Mala distribución del área
- Acumulación de neumáticos para inspeccionar en otra zona del departamento de acabado esperando por ser transportados a la zona de inspección.
- Herramientas en malas condiciones.
- Sobre recorridos por parte del personal de inspección.

4.1.1 Producto.

Pirelli fue fundada en 1986 por Giovanni Battista Pirelli y llegó a Venezuela el 10 de Octubre de 1990 momento en el que adquirió las instalaciones de la empresa Neumaven. Es una empresa multinacional dedicada a la fabricación y comercialización de neumáticos radiales y convencionales para motos, vehículos livianos y vehículos pesados, tanto de carreras profesionales como de uso diario, su principal esfuerzo está orientado en proporcionar neumáticos de la más alta calidad al mercado nacional e internacional. Pirelli de Venezuela se encuentra ubicado en el Estado Carabobo, específicamente en el Municipio Guacara, junto a la urbanización Malavé Villalba, se encarga de la elaboración de una gran gama de neumáticos radiales para vehículos livianos y pesados de alta performance. Dentro de este proceso de elaboración se encuentra el área de Banburys donde se elaboran los distintos tipos de mezcla o goma, área de semielaborado donde es recibida la mezcla proveniente de Banburys para calandrar y cortar los materiales a ser utilizados (cinturas, telas, nylon, refuerzos, anillos, talones, rodados y costados), el área de armado de 1ra Fase, que recibe los materiales provenientes del área de semielaborado

y arma la carcasa del caucho que contiene la tela, refuerzos, talones y costados, el área de 2da Fase termina de elaborar lo que se llama caucho crudo que contiene el rodado, nylon y cintura, una vez terminado el caucho crudo se envía a las prensas o vulcanizadoras donde se cocina el caucho para luego ser enviado al departamento de acabado para las respectivas evaluaciones de balanceo y desempeño y posteriormente ser inspeccionado para revisar que no hayan defectos estéticos. En la figura 2 se muestra la confección del producto.

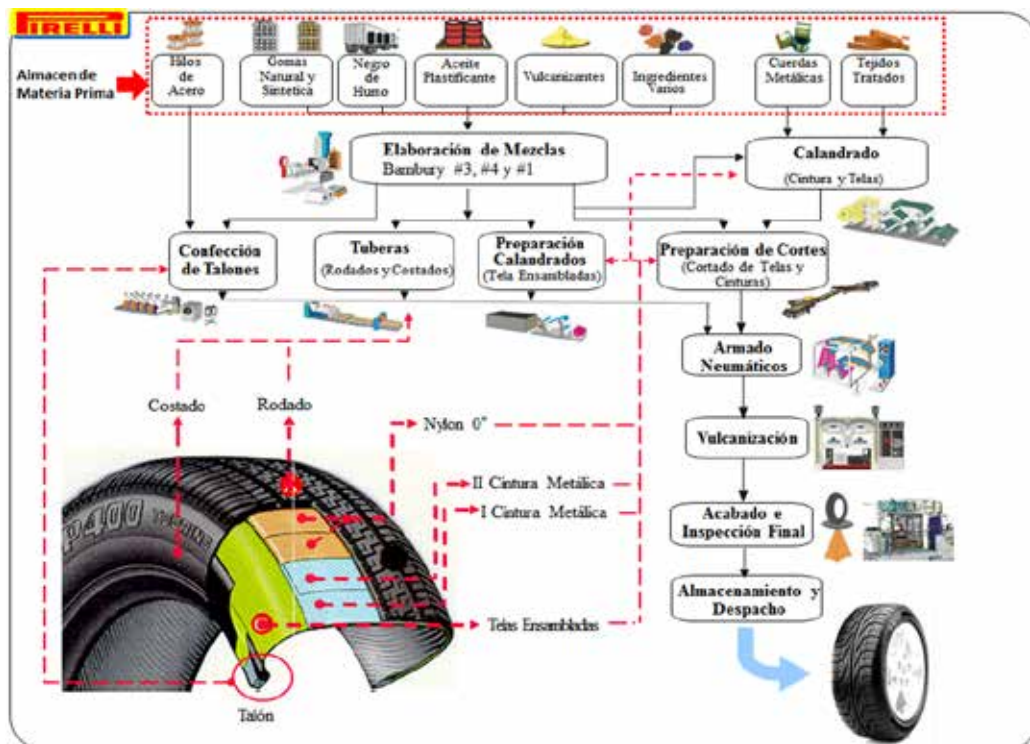


Fig. 2 – Confección de neumático radial

Fuente: Pirelli de Venezuela, C.A

Actualmente la empresa Pirelli de Venezuela cuenta con una capacidad instalada para producir 42 medidas de cauchos que comprenden dos gamas distintas: pasajero y camioneta. Ver cuadro 5 y 6 para ver a detalle los cauchos de gama pasajero y camioneta respectivamente.

Cuadro 5 – Caucho de gama pasajero

| IP | Descripción | MKS |
|-------|---------------------------|-----|
| 27771 | P195/60R13 83T P5000S wl | 101 |
| 12245 | P215/60R14 91T P5000S wl | 101 |
| 27772 | P235/60R14 96T P5000S wl | 101 |
| 12248 | P255/60R15 102T P5000S wl | 101 |
| 12249 | P275/60R15 107T P5000S wl | 101 |
| 13239 | 185/60R14 82H P 6 | 108 |
| 13263 | 185/65R14 86H P 6 | 108 |
| 13673 | 175/65R14 82H P 6 | 108 |
| 13901 | 175/70R13 82T P4cint | 101 |
| 14378 | 225/75R15 102T P4cint | 101 |
| 14779 | 195/60R15 88H P 7 | 108 |
| 14968 | P195/50R15 82H P5000S | 108 |
| 27812 | P235/60R16 100T P5000S wl | 101 |
| 15834 | P235/60R15 98T P5000S | 101 |
| 16109 | 205/55R16 91V P 7 | 112 |
| 20332 | P195/60R14 86H P5000S | 108 |
| 20333 | P205/55R14 85H P5000S | 108 |
| 23011 | 215/55R15 89V P 7 | 112 |

Fuente: Pedro Correa

Cuadro 6 - Caucho gama camioneta

| IP | Descripción | MKS |
|-------|------------------------|-----|
| 14439 | P245/65R17 107H S-STRa | 150 |
| 15700 | 235/55R17TL 99H SC-STR | 150 |
| 16574 | 205/70R15 96T S-ATR | 150 |
| 16989 | 205/65R15 94H S-ATR | 150 |
| 17159 | P235/70R15 102T S-STRa | 150 |
| 17273 | P255/65R17 110T S-ATR | 150 |
| 18042 | 215/65R16 98H S-ATR | 150 |
| 18262 | P275/70R16 114T S-ATR | 150 |
| 19617 | LT265/75R16 112Q S-MTR | 150 |

| | | |
|-------|---------------------------|-----|
| 19618 | LT285/75R16 116Q S-MTR | 150 |
| 20264 | 235/60R16 100H S-STR | 150 |
| 21233 | P265/60R18 110H S-ATR | 150 |
| 21356 | P245/70R16 107T S-ATR | 150 |
| 22025 | LT285/70R17 116Q S-MTR | 150 |
| 22217 | 30X9.50R15LT 104S S-ATR | 150 |
| 22218 | 31X10.50R15LT 109S S-ATR | 150 |
| 22219 | P255/70R16 109T S-ATR | 150 |
| 22220 | P235/75R15 108T XL S-ATR | 150 |
| 22222 | LT265/75R16 112S S-ATR | 150 |
| 22450 | P265/70R17 113T S-ATR | 150 |
| 22598 | LT215/75R15 106T S-ATR wl | 150 |
| 22599 | P265/65R17 112T S-ATR | 150 |
| 19058 | P245/65R17 107H | 150 |
| 23775 | 31X10.50R15LT 109Q S-MTR | 150 |

Fuente: Pedro Correa

4.1.2 Proceso.

La descripción del proceso es el siguiente paso en esta fase, donde se seleccionara el trabajo que será estudiado. Consecutivamente se realizara la recolección de datos que serán necesarios para el estudio de esta investigación.

Al departamento de acabado llegan los cauchos mediante una línea teleférica provenientes del área de vulcanizado que caen en un sistema de carriles que cuentan con rodillos haciendo que los cauchos bajen por caída de gravedad al área de inspección primer control donde es eliminado en primera instancia el exceso de rebarba, verifican defectos físicos y preparan el caucho para enviarlo a la TUG para luego ser enviados al área en estudio. Ver figura 3



Fig. 3. – Imágenes de teleférica que transporta los cauchos

Fuente: Pedro Correa

El área de inspección de tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela es el área de estudio. Esta consta de un espacio físico de 5.97 m de ancho por 19.4 m de largo, cada operador usa una mesa circular giratoria de 84cm de diámetro, mesa para herramientas, ventiladores anclados a la pared y además en el área se encuentran delimitadas las zonas donde se colocaran los cauchos que serán inspeccionados y los cauchos inspeccionados. Ver figura 4

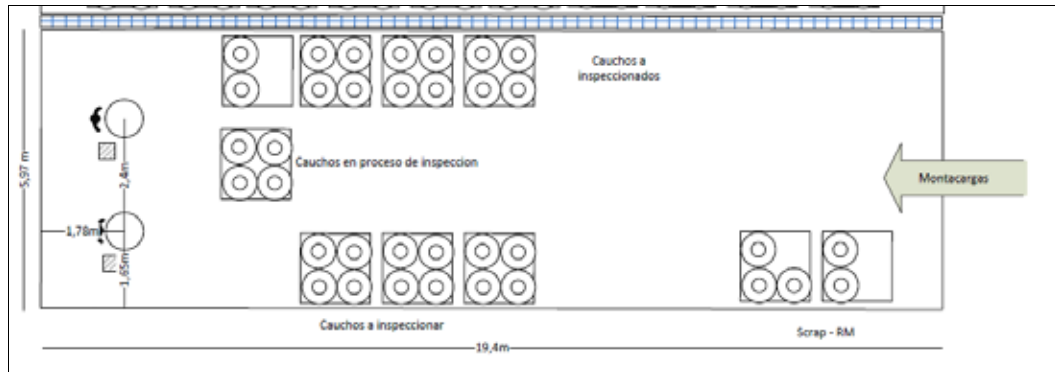


Fig. 4 – Distribución del área de inspección tercer control

Fuente: Pedro Correa.

A continuación, se describe la operación que ejecuta un inspector en el proceso de inspección de neumáticos en el área:

1. Recepción de neumáticos: En esta etapa del proceso se reciben las paletas que contienen los cauchos que van a ser inspeccionados.
2. Se dirige a la zona donde están los cauchos a inspeccionar.
3. Toma un caucho.
4. Se dirige a la zona de trabajo.
5. Levanta el neumático y lo coloca sobre la mesa.
6. Coloca el neumático en posición horizontal
7. Hace girar el neumático frente a el sobre la mesa giratoria.
8. Toma una cuchilla especial de la mesa de herramientas.
9. Elimina el exceso de rebarba en el primer costado.
10. Verifica que no haya defectos visuales en el primer costado.
11. Coloca la cuchilla nuevamente en la mesa de herramientas.
12. Aplica fuerza con sus manos sobre el primer talón para verificar que no esté roto
13. Levanta el caucho y lo coloca en posición vertical
14. Hace girar el caucho sobre la mesa para la inspección de la banda de rodamiento o rodado

15. Verifica que no haya defectos visuales en el rodado.
16. Toma una cuchilla especial de la mesa de herramientas
17. Elimina el exceso de rebarba presente en el rodado
18. Coloca la cuchilla en la mesa de herramientas
19. Coloca el caucho en posición horizontal para la inspección del segundo costado.
20. Toma una cuchilla especial de la mesa de herramientas.
21. Hace girar el caucho sobre la mesa
22. Elimina el exceso de rebarba en el segundo costado.
23. Verifica que no haya defectos visuales en el segundo costado.
24. Coloca la cuchilla en la mesa de herramientas
25. Aplica fuerza sobre el segundo talón con sus manos para verificar que no esté roto
26. Introduce una mano en el interior del caucho
27. Hace girar el caucho
28. Va palpando el interior del caucho para verificar que no hayan desperfectos dentro del mismo
29. Clasifica si el caucho está apto para exportación, venta nacional, scrap o RM (reparación) haciendo una marca respectiva en cada caso.
30. Baja el caucho de la mesa
31. Lleva el caucho a la zona respectiva, bien sea, inspeccionado, scrap o RM

El diagrama de bloque del proceso de inspección de neumáticos radiales se ve ilustrado en el anexo B.

4.1.3 Estudio de tiempo.

El estudio de tiempo es una actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para ejecutar una tarea determinada, con base en la medición del método de trabajo prescrito, con la debida consideración de la fatiga,

demoras personales y retrasos inevitables. Se realizó un estudio de tiempo en la situación actual de la inspección de cauchos en el área de tercer control para comparar más adelante cual es el impacto que puede crear una nueva propuesta de redistribución y mejora en el método de trabajo.

Por la situación país que existe actualmente, la empresa Pirelli de Venezuela no se encuentra produciendo en su máxima capacidad, por lo tanto para la recolección de datos solo se contó con una muestra de 430 repeticiones.

Con el fin de garantizar una toma de tiempo confiable se distribuyeron las 430 repeticiones entre los 2 primeros turnos de cada día para que cada operador tenga la oportunidad de ser evaluado, no se tomó el tercer turno ya que la baja iluminación junto con la poca exigencia de cumplimiento de programa afectaría en manera negativa la muestra, pero se logró evaluar a estos inspectores por rotación de turno descrita en su contrato, se consideró tiempos en las dos primeras y dos últimas horas de cada turno para tomar en cuenta la decadencia en el rendimiento debido a la fatiga por los traslados repetitivos y el levantamiento de los neumaticos.

También es importante señalar que se hicieron toma de tiempos en cauchos de gama de pasajero o cauchos pequeños y livianos así como también en cauchos de gama de camioneta o cauchos grandes más pesados.

Las tablas empleadas para los cálculos de tiempo obedecen todos los criterios que se creen pertinentes para el estudio de tiempo, es decir, se tomaron en cuenta las idas al baño, permiso para beber agua, tiempo para recibir instrucciones y también el CV o calificación de velocidad.

A continuación en las siguientes figuras se muestran las tablas de cálculos usada para la toma de tiempo en la inspección de neumáticos en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela.

| Operador 1 | | | | | | | | |
|--|--|---|--|--|---|----------------------|--|-----------------------------|
| Ciclo: 1 | | | Metodo: Actual | | | | | |
| Caucho - IP: 34951 - Medida: 205/55R16 P7 | | | | | | | | |
| TAREAS | | | | | | | | |
| | Traslado a buscar caucho para inspeccionar | Giro del caucho para inspeccion de talon 1 (caucho levantado) | Inspeccion de costado 1 (caucho acostado en mesa y strand) | Inspeccion de costado 2 (caucho acostado en mesa y strand) | Giro del caucho para inspeccion de talon 2 (caucho levantado) | Inspeccion de rodado | Traslado de caucho inspeccionado a zona de paletas | Total Inspeccion (segundos) |
| OBS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 1 | | 11,41 | 24,66 | | | 37,88 | 2,60 | 76,55 |
| 2 | 6,62 | 9,74 | 19,57 | 23,39 | | 18,73 | 3,57 | 81,62 |
| 3 | 11,01 | 9,78 | 23,78 | 10,23 | 11,90 | 14,88 | 2,53 | 84,11 |
| 4 | 7,75 | 43,26 | 14,41 | 8,30 | 9,40 | 11,34 | 2,38 | 96,84 |
| 5 | 9,91 | 12,08 | 20,25 | 30,03 | 10,72 | 12,45 | 2,43 | 97,87 |
| 6 | 7,24 | 11,38 | 23,46 | 19,60 | 7,40 | 18,39 | 7,41 | 94,88 |
| 7 | 6,03 | 37,62 | 34,65 | 15,58 | 10,76 | 16,55 | 1,48 | 122,67 |
| 8 | 9,34 | 10,51 | 25,58 | 8,29 | 16,97 | 16,99 | 8,05 | 95,73 |
| 9 | 25,06 | 10,88 | 21,47 | 27,19 | 7,37 | 13,01 | 5,05 | 110,03 |
| 10 | 13,01 | 7,24 | 73,29 | 31,48 | 7,44 | 18,50 | 7,23 | 158,19 |
| 11 | 10,80 | 7,63 | 45,75 | 8,80 | 10,01 | 5,58 | 4,42 | 92,99 |
| 12 | 11,93 | 18,71 | 4,97 | 20,07 | 8,35 | 3,00 | 3,79 | 70,82 |
| 13 | 12,14 | 65,82 | 9,07 | 14,40 | 13,23 | 14,25 | 4,20 | 133,11 |
| 14 | 11,01 | 12,05 | 20,67 | 58,37 | 8,83 | 9,42 | 4,00 | 124,35 |
| -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 428 | 11,46 | 12,25 | 21,02 | 63,55 | 7,83 | 11,42 | 6,00 | 133,53 |
| 429 | 10,63 | 44,39 | 7,35 | 6,59 | 5,24 | 5,89 | 3,79 | 83,88 |
| 430 | 13,25 | 20,14 | 24,35 | 14,12 | 11,12 | 12,53 | 4,58 | 100,09 |
| 431 | | | | | | | | |
| Total | 71457,40 | 143121,20 | 169260,90 | 129696,60 | 59228,20 | 99497,70 | 29889,30 | |
| Promedio | 11,08 | 20,80 | 24,60 | 20,11 | 9,84 | 14,46 | 4,34 | |
| CV | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | |
| TN | 13,74 | 25,80 | 30,51 | 24,93 | 12,20 | 17,93 | 5,39 | |
| Tiempo normal inspeccion (segundos) | | | | | | | | 130,49 |
| TOLERANCIAS: | | | | | | | | |
| Bebiendo Agua (Segs) 220 | | | | | | | | |
| Recibiendo instrucciones (segs) 380 | | | | | | | | |
| Idas al baño (segs) 230 | | | | | | | | |
| Tiempo normal de inspeccion (segs) | | | | | | | | 130,49 |
| Tolerancias (%) | | | | | | | | 50,83 |
| Otras tolerancias (%) Fatiga | | | | | | | | 6,00 |
| Total tolerancias (%) | | | | | | | | 56,83 |
| Tiempo estandar por caucho (segs) | | | | | | | | 204,65 |
| Considerando el tiempo tomado, en un turno se logran inspeccionar 27000/205= 131 Cauchos*Turno*Operador | | | | | | | | |

Fig. 5 – Toma de tiempo para cauchos gama pasajero

Fuente: Pedro Correa

Una vez realizada la toma de tiempo de la inspección de cauchos de la gama descrita (Ver figura 5) se observa que en un tiempo de estudio de 11.706 minutos que equivalen a 195 horas u 8 días de estudio aproximadamente hay un tiempo de traslados repetitivos de 1.670 minutos que es un 14,2% del tiempo de estudio, representando esto en un turno normal de 450 minutos tenemos como resultado que el 14.2% equivalen a 64 minutos perdidos o mal aprovechados debido a los traslados repetitivos.

En la figura 6 se puede observar el tiempo que dura la inspección y certificación de un caucho de gama de camioneta, específicamente de medida 31x10.5 r15 ATR cuyas características son las de un caucho pesado y con muchos detalles que requieren mayor esfuerzo por parte del inspector para cumplir con su labor

| | | | | | | | |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|
| Total | 47472,00 | 207322,78 | 237266,26 | 178583,30 | 83521,48 | 140530,88 | 51875,20 |
| Promedio | 9,45 | 30,13 | 34,49 | 25,96 | 12,14 | 20,43 | 10,00 |
| CV | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 |
| TN | 12,19 | 38,87 | 44,49 | 33,49 | 15,66 | 26,35 | 12,90 |
| Tiempo normal inspeccion (segundos) | | | | | | | 183,95 |
| Tiempo normal de inspeccion (segs) | | | | | | | 183,95 |
| Tolerancias (%) | | | | | | | 37,70 |
| Otras tolerancias (%) Fatiga | | | | | | | 5,00 |
| Total tolerancias (%) | | | | | | | 42,70 |
| Tiempo estandar por caucho (segs) | | | | | | | 262,50 |
| Considerando el tiempo tomado, en un turno se logran inspeccionar $27000/262 = 102$ Cauchos*Turno*Operador | | | | | | | |

Fig. 6 - Toma de tiempo para cauchos gama de camioneta

Fuente: Pedro Correa

Tanto en la figura 5 como en la figura 6 se puede apreciar lo descrito en la problemática que es el incumplimiento de la meta de 150 cauchos inspeccionados en cada turno por cada operador.

4.1.4 Análisis interno de la estación de trabajo.

Se realizó una evaluación de las condiciones actuales del área de inspección tercer control mediante una matriz FODA, haciendo uso de la observación directa y anotaciones que fueron realizadas con ayuda con el personal involucrado directamente en el departamento. El objetivo de esta evaluación es conocer una perspectiva más clara de cuáles son las cualidades o condiciones que se requieren para el área. Ver cuadro 4

Cuadro7– Matriz FODA.

| FORTALEZAS | DEBILIDADES |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> · Su proceso cumple con altos estándares de calidad. · Mano de obra calificada con experiencia. · Excelente relación entre Pirelli de Venezuela y contratista INSERCA. | <ul style="list-style-type: none"> · No existe suficiente espacio en el área de inspección tercer control. · Acumulación de cauchos por inspeccionar. · Dificultad para agregar más de dos inspectores en el área. |
| OPORTUNIDADES | AMENAZAS |
| <ul style="list-style-type: none"> · Mejoras en otras plantas de la corporación Pirelli. · Exportar cauchos a otros países además de Brasil. · Líneas de ayudas para la mejora de la calidad, competitividad y formación de su personal por parte de la corporación | <ul style="list-style-type: none"> · Disminución de capacidad de certificación de cauchos. · Posibilidad de una demanda insatisfecha a clientes externos. · Dependencia de Pirelli de Brasil para la continuidad de operaciones. |

Fuente: Pedro Correa

Fortalezas.

- El área de inspección de tercer control cuenta con un proceso que cumple los altos estándares de calidad. Cuenta con un equipo capacitado con funciones y responsabilidades definidas que logran alcanzar los estándares de calidad.
- La mano de obra es calificada y con experiencia. Este proceso se encuentra a cargo de un personal altamente experimentado que se encuentra comprometido con el proceso de certificación y que conoce la gran importancia de su trabajo para la empresa.
- Pirelli de Venezuela para la preparación y ejecución de nuevos proyectos trabaja en conjunto con una contrata externa INSERCA para no usar su personal interno, mejorando la relación que existe entre el personal de INSERCA y Pirelli de Venezuela ya que muchas veces de dicha contrata pasan a ser contratados por Pirelli porque demuestran su compromiso con la empresa.

Debilidades.

- Aunque el área de inspección de tercer control cuenta con un espacio considerable, por la ubicación y cantidad de paletas de cauchos inspeccionados y por inspeccionar reducen en gran medida el espacio disponible para transitar en el área.
- Que el área de inspección tercer control se encuentre con poco espacio físico y un método de trabajo inadecuado; un aumento de producción, por muy mínimo que este sea, genera que se ocasione un cuello de botella en esta área retrasando el tiempo de entregas al departamento de logística.

- El espacio reducido también trae como consecuencia que no se pueda agregar un tercer inspector, de hacerlo quedarían muy cerca uno del otro haciendo que no tengan espacio para transitar libremente; trayendo como consecuencia, también, la imposibilidad de la aplicación de una mejora grande.

Oportunidades.

- Pirelli de Venezuela es una organización que siempre está buscando mejoras en cada uno de sus procesos con la ayuda de otras plantas Pirelli en el mundo con la intención de colaborar con el crecimiento de toda la organización contando con el apoyo incondicional de los trabajadores ya que conocen el beneficio directo e indirecto que esto trae para la corporación.
- Si se logra alcanzar un volumen de certificación de neumáticos mayor a las 10.000 piezas se lograría aumentar también los cauchos destinados para exportación pudieron expandir el mercado de exportación a otros países
- La corporación Pirelli siempre está en busca de mantener a su personal ampliamente capacitado y en aprendizaje constante de nuevas tecnologías para resolver los problemas que se presentan bajo cualquier condición, mejorar su proceso productivo y su producto final, es por esto que constantemente realiza cursos de capacitación para el uso de nuevas herramientas o métodos donde son seleccionados personal de áreas en específico de varias plantas en el mundo para ser parte de este proceso de aprendizaje

Amenazas.

- Al haber gran volumen de cauchos por inspeccionar hace que se retrasen los controles anteriores por no tener donde ubicar los cauchos haciendo que se vayan acumulando cauchos en esta área también y en las zonas anteriores a

estas. Esto genera una amplia posibilidad de no cumplir con la planificación mensual y hacer que la empresa cese sus actividades.



- Posible insatisfacción en el cliente, en este caso Brasil, al no poder cumplirle con su pedido.
- Al depender de las divisas que entran por la venta de los cauchos a Pirelli de Brasil, así como también de la materia prima que es comprada a ellos mismos, puede traer como consecuencia que, si Pirelli de Brasil decide no seguir comprando neumáticos a Pirelli de Venezuela, esta se vea obligada a cesar operaciones indefinidamente.

La utilización de la herramienta FODA para esta investigación proporciona un diagnóstico de la situación en la que se encuentra el área de inspección de tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela y así poder analizar con detalle aquellos factores que afectan el proceso.

4.1.5 Equipos y Herramientas.

Para llevar a cabo todas estas operaciones, la planta consta de unas herramientas y maquinarias que permiten el desarrollo de las operaciones en el área de estudio. Ver cuadro número 8.

Cuadro 8 - Herramientas

| Equipo o Herramienta | Cantidad | Descripción |
|---|----------|---|
|  | 1 | Cuchilla para eliminar rebarba de costados y rodado |
|  | 1 | Cuchilla para eliminar rebarba de talón |

| | | |
|--|---|---|
|  | 1 | Pintura para marcar caucho inspeccionado |
|  | 1 | Tiza para marcar lugar donde está el defecto |
|  | 1 | Montacargas para transportar paletas en el área |
|  | 1 | Guantes de protección personal |
|  | 1 | Sello para certificar caucho de exportación |
|  | 1 | Mesa giratoria para la inspección de caucho |

Fuente: Pedro Correa

4.1.6 Mano de Obra.

El área de inspección tercer control cuenta con una cantidad de 11 personas, sus cargos y responsabilidades son las siguientes:

Coordinador del departamento de acabado: Es responsable de verificar que se estén cumpliendo todas las operaciones de manera correcta, que no haya retrasos, notificar cualquier error proveniente de otros departamentos presente en el caucho, cortar y desechar los cauchos que son scrap.

Supervisor: Está a cargo de la elaboración del programa de los equipos presentes en el departamento en base a las necesidades diarias de producción en el orden y cantidades establecidas como también de controlar todos los procesos allí presentes.

Delegados de prevención: Encargados de velar por la seguridad de los trabajadores en general verificando que el área este en óptimas condiciones y no hayan riesgos de ningún tipo para el personal tanto en el área de trabajo como en el método de trabajo.

Inspector: Se encarga de cumplir con las instrucciones de trabajo establecidas para el proceso productivo de la planta. Es responsable de certificar y aprobar que el caucho esta adecuado para la venta y no presenta ningún defecto físico, esta actividad comprende la clasificación del caucho como venta nacional, exportación, scrap o RM

Montacarguista: Garantizar la alimentación y flujo de materiales dentro del departamento.

Especialista de calidad: aseguran la calidad de los productos o servicios de la empresa, en este caso del departamento de acabado. Realiza pruebas y controles prácticos que se llevan a cabo antes, durante y después de la producción o proceso productivo para determinar qué productos están exentos de fallos y tiene la mejor calidad.

Supervisar el cumplimiento y mantener una documentación precisa son una función importante de su labor en el departamento.

4.1.7 Distribución en planta.

Para plasmar un exitoso diagnóstico de la situación actual, se realizó un estudio del lay out o distribución del departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela donde se logra apreciar la ubicación del área de inspección tercer control. Ver figura 7.

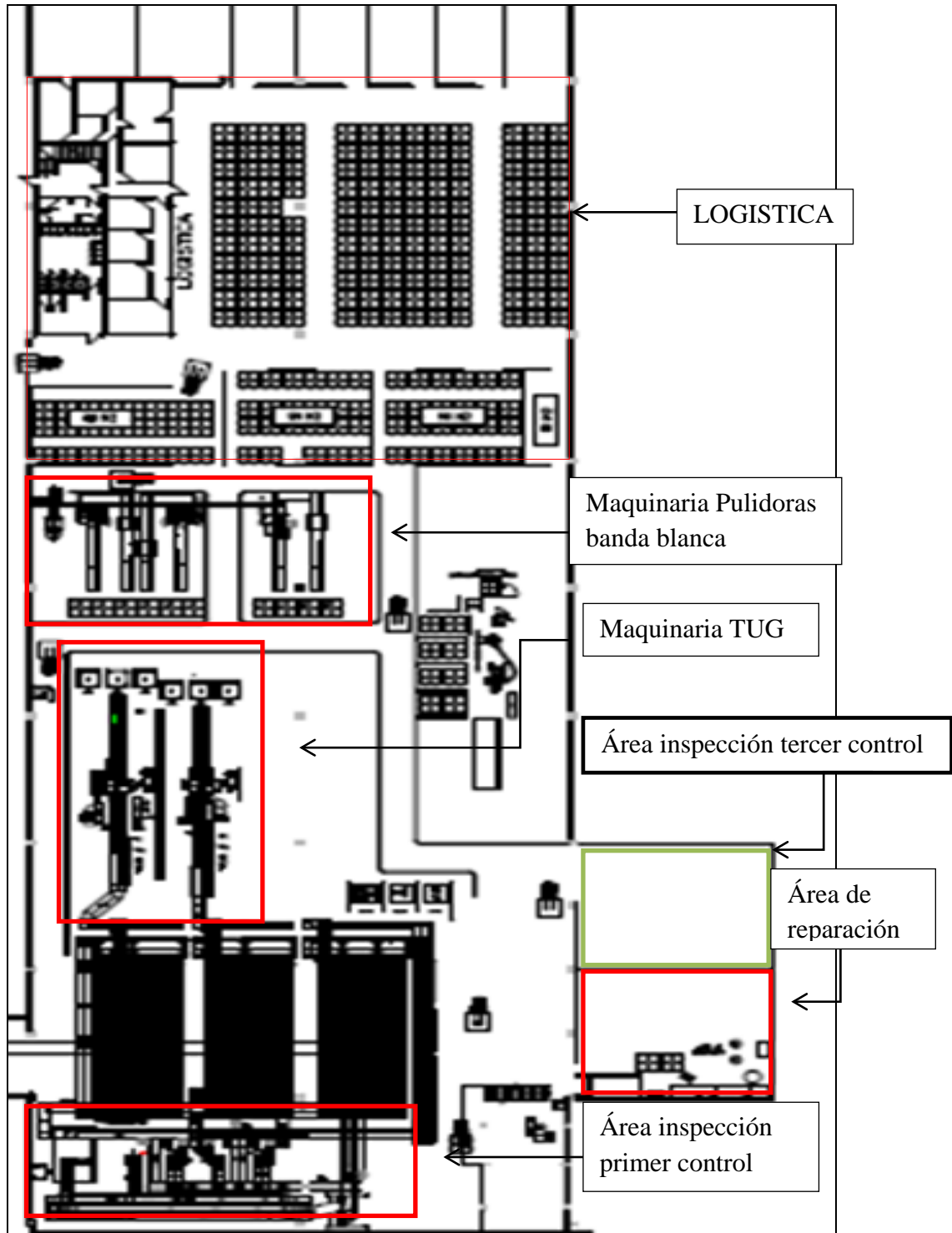


Fig. 7 – Distribución departamento de acabado
Fuente: Pedro Correa

4.2 . Análisis de las variables afectadas en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela.

Mediante el diagnóstico a la situación actual realizado en la fase anterior se pudo identificar que en el área se aprecian fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en cuanto a las condiciones en las que se encuentra dicha área.

4.2.1 Evaluación de la distribución actual.

Mediante el análisis de los factores encontrados en el método de trabajo y distribución actual del área se hará la evaluación, y de esta manera proseguir a proponer la nueva distribución, considerando lo siguiente:

- Utilización efectiva del espacio disponible en el departamento.
- Distancia recorrida por los inspectores.
- Integración adecuada de diferentes elementos: bandas transportadoras, carrileras, rodillos, otros.
- Circulación de material de manera fluida, ordenada y evitando posibles cruces.
- Seguridad y satisfacción de los trabajadores.

4.2.2 Detección de factores que generan problemática.

A través de la observación, análisis de la secuencia operativa y las actividades que son realizadas en el área por parte del inspector se hará un diagnóstico para dar con la causa raíz del problema en el área. Al analizar el nuevo plan es notable el requerimiento de una mejora que involucre un cambio en el área y además un método de trabajo distinto que disminuya la fatiga para garantizar un eficiente consumo de tiempo a lo largo de la jornada laboral. Ver Figura 8



Fig. 8 – Observación directa, puesto de trabajo

Fuente: Pedro Correa

Para la detección de los factores que inciden en la problemática se usó la herramienta 5W-1H es una herramienta de análisis que apoya la identificación de factores o condiciones que traen como consecuencia problemas en los procesos de trabajo. Las 5 W's provienen del inglés: Who, What, Where, When, Why (quién, qué, donde, cuándo, por qué), esta última se aplicara tantas veces sea necesario, el Dr Edwards Deming sugiere al menos 5 veces, al final se incluye un la H de “How” (como). Para comprender mejor seguiremos la siguiente premisa:

What: ¿qué producto, maquina, material estaba siendo usado? ¿Qué tamaño?

When: ¿Cuando ocurrió el fenómeno, cuando ocurrió el cambio?

Where: ¿Dónde se observó el fenómeno?

Who: ¿Quién fue afectado?

Why: ¿Cómo se ha presentado el problema?

Aplicando esta metodología al área en estudio se obtiene lo siguiente:

- Who: Inspectores del área de tercer control
- What: Incumplimiento en el programa de inspección

- When: Cuando se requirió un aumento en la producción de la planta
- Where: Área de tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela
- Why: Porque se requiere un aumento en la cantidad de cauchos entregados para exportación
- How: El problema se presenta cuando la planta requiere satisfacer una demanda mayor a las 10 mil unidades para exportación

El siguiente paso fue la realización de los “5 por qué” con la finalidad de conseguir la causa raíz que genera la problemática que está siendo estudiada. Ver cuadro 6

Cuadro 9 – 5 ¿Por qué?

| Origen | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? | ¿Por qué? |
|---|--|--|-------------------------------|--|---|
| La empresa está cerca de cesar operaciones en el país | porque se vio en la necesidad de disminuir la cantidad de unidades producidas al mes | porque no se trabaja los 5 días de la semana | porque no tiene materia prima | porque no logra generar sus propias divisas para adquirir la cantidad de materia prima importada necesaria | porque el área de tercer control no está apta para cumplir con la cantidad requerida de cauchos certificados para exportación |

Fuente: Pedro Correa

En el cuadro 9 llegamos a: el área de inspección tercer control no está apta para cumplir con la cantidad requerida de cauchos certificados para exportación.

Se define como que no está apta ya que no cuenta con el espacio necesario para poder aplicar nuevas mejoras, no logra satisfacer la demanda porque solo cuenta con la posibilidad de trabajar dos personas por turno, hay una acumulación de cauchos

bastante considerable al final de cada día de trabajo y poca ventilación en el área producto de la gran acumulación de cauchos.

Para la verificación de esta causa que pudiese ser la causa raíz es necesario formular las preguntas en sentido contrario a dicha causa.

1. ¿Qué pasaría si el área de inspección tercer control estuviese apta para certificar la cantidad de cauchos necesaria mensual?
Se lograría generar las divisas necesarias para adquirir la materia prima que cumpla con su planificación
2. ¿Qué pasaría si logran generar las divisas necesarias para adquirir la materia prima?
Se contaría con la materia primera necesaria
3. ¿Si se cuenta con la materia prima necesaria para su programa de producción que pasaría?
Se trabajarían los 5 días de la semana
4. ¿Qué beneficio trae trabajar los 5 días a la semana?
No se verían disminuidas las cantidades de unidades producidas al mes
5. ¿Qué genera el no disminuir las cantidades de unidades producidas al mes?
La empresa no se vería al borde de cesar operaciones en el país.

Una vez realizada la fase de preguntas se hizo un diagrama de causa y efecto para organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema que nos permita, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables como se muestra en la figura 9

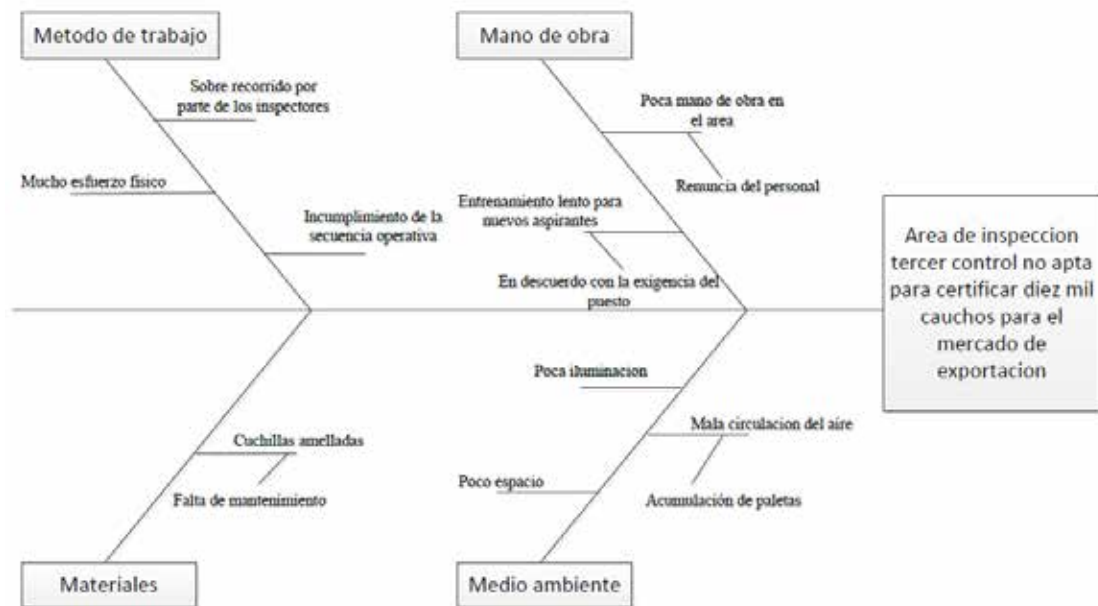


Fig. 9 – Diagrama causa y efecto

Fuente: Pedro Correa

En la figura anterior se pueden apreciar los diferentes factores que disminuyen la capacidad de certificación del área. Entre los más destacados se debe mencionar:

- Entrenamiento lento para nuevos aspirantes: Esto se debe a que las personas a las que se les ha solicitado incorporarse a esa área no están de acuerdo con el método de trabajo ya que hay un alto riesgo de limitarse o presentar una patología debido al constante movimiento y levantamiento de neumáticos al transcurrir el tiempo.
- Cuchillas amelladas: Aunque la empresa cuenta con una máquina rectificadora llega un punto en el que dicha herramienta no puede ser rectificadora nuevamente haciendo cortes irregulares ocasionando que un caucho que si cumplía con el estándar de calidad para exportación quede fuera de esta categoría por un mal corte generado por la cuchilla amellada
- Poco espacio: A pesar de que el área es amplia como se mostró en la figura 4 cuando se amerita un mayor volumen de entregas esta área queda saturada de

paletas con neumáticos por inspeccionar e inspeccionados ocasionando que el montacargas no pueda moverse de manera fluida por el área ni por el departamento.

Una vez realizado este análisis se procede a sustentar que toda esta información es la correcta y agregarle valor a cada causa para dar con la causa raíz a dicho problema. Se debe hacer uso de una herramienta que permita identificar los problemas o errores para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

La herramienta a utilizar es el A3 REPORT fundamentada en el Ciclo de Deming (PDCA). A3 REPORT o reporte A3 es un modelo de informe de una sola página (one-page), llamado así por el tamaño del papel mundialmente conocido de 11 por 17 pulgadas.

Contiene, en una página información crítica sobre un tema, como descripción, costos, tiempo, distancias; todos los datos críticos de la solución de un problema o el desarrollo de un proyecto de mejora

Este facilita enormemente el aprendizaje organizativo y cataliza la implantación de acciones de mejora. Para hacer esto, el reporte A3, además de facilitar la solución del problema, debe ser utilizado como una herramienta para maximizar aprendizaje y cooperación dentro de la organización. Este tipo de reporte es usado en el sistema PMS (Pirelli Manufacturing System) de la corporación siempre que haya un problema, realización de Kaizen o cualquier otra actividad que requiera un análisis profundo para dar con la causa raíz de cualquier problemática.

En la figura 10 se observa el modelo de reporte A3 que es manejado por la empresa Pirelli de Venezuela en su metodología y que sustenta toda la información recolectada para dar con la causa raíz de la problemática

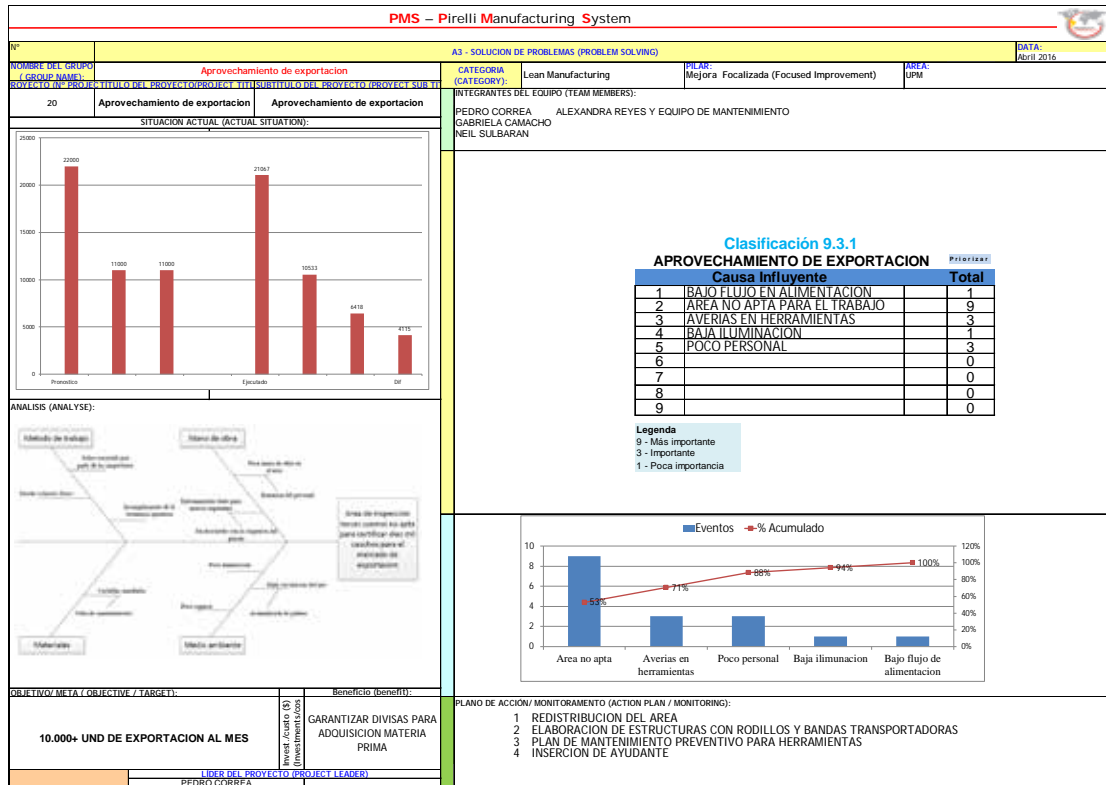


Fig. 10 – A3 REPORT: Aprovechamiento de exportación

Fuente: Pedro Correa

Una vez hecho el análisis A3 descrito en la figura 10 se finaliza con un Pareto donde se aprecia que la principal causa a atacar es: área no apta para el trabajo. Y en base a esta es que se desarrollara las propuestas de mejoras a ser aplicada en la empresa teniendo consideración, también, en las otras causas mencionadas en el reporte A3 para garantizar máxima satisfacción y mejor aprovechamiento de los recursos para las mejoras.

4.3 Fase III. Propuesta de mejora para el área de inspección tercer control en la empresa Pirelli de Venezuela, C.A.

En esta fase, una vez realizado el análisis y evidenciado cuales son las causas principales que inciden en el incumplimiento de la meta propuesta por la empresa se procedió a realizar una propuesta de acción correctiva.

4.3.1 Propuesta de aplicación de la metodología DMAIC.

La metodología DMAIC es una de las tantas herramientas de la metodología seis sigma, enfocada en la mejora incremental de procesos existentes; esta se basa en:

- Definir
- Medir
- Analizar
- Mejorar
- Controlar.

Esta herramienta es una estrategia de calidad basada en estadística, que da mucha importancia a la recolección de información y a la veracidad de los datos como base de una mejora. Cada paso en esta metodología va enfocado en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

Habiendo dicho esto, esta metodología se va a utilizar para mejorar y controlar la rata de certificación de neumáticos radiales presentado en el área de inspección tercer control en el departamento de acabado en la empresa Pirelli de Venezuela, la aplicación se realizara de la siguiente manera:

4.3.1.1 Definir el problema.

Se realiza a partir de una evaluación de “la voz del cliente”, en ella se reflejan sus verdaderas necesidades, las cuales pueden ser un aumento en la cantidad requerida por el mismo, un cambio en la medida de cauchos requerida o un cambio en los estándares de calidad. A partir del requerimiento de un cliente se pueden lograr mejoras significativas en los procesos, evaluando y priorizando la voz del cliente. En el cuadro 10 se muestra el enfoque del método definir.

Cuadro 10 - Definir

| FASE | ENFOQUE | ANALISIS |
|----------------|--|--|
| DEFINIR | ¿Cuál es el problema? | Baja rata de certificación de neumáticos radiales para exportación. Actualmente solo se logra inspeccionar, en promedio, 7.300 piezas mensuales que equivale a un 70% de lo solicitado por el cliente. |
| | ¿Quién es el cliente? | Pirelli de Brasil. Sede Campinas |
| | Metas | Aumentar la cantidad de cauchos certificados mensual destinados a exportación a 10.000 piezas o mas |
| | ¿Qué es el realmente importante para el cliente? | Que el producto cumpla con los estándares de calidad requeridos por la corporación Pirelli |
| | Alcance | Realizar mejoras en el departamento para aumentar la eficiencia del puesto de trabajo |
| | ¿Cómo funciona el proceso? | El proceso de inspección es realizado por una sola persona que se encarga de buscar y llevar el producto a la zona correspondiente. Ver anexo B |

Fuente: Pedro Correa

4.3.1.2 Medir.

Esta fase es el puente que existe entre definir y analizar. Se busca adquirir datos con el fin de validar y cuantificar el problema u oportunidad de mejora. Para conocer la situación en la que se encuentra el problema que queremos resolver, debemos medir estos parámetros y establecer un seguimiento que nos permita más adelante poder analizar la situación; en el cuadro 11 se muestra el enfoque del método a medir.

Cuadro 11- Medir

| Fase | Enfoque | Análisis |
|--------------|---------------------|---|
| Medir | Diagrama de proceso | Análisis del diagrama de proceso. |
| | Estudio de tiempo | Análisis del tiempo empleado en inspección. |
| | | Análisis del tiempo empleado en traslados por el inspector. |

Fuente: Pedro Correa

4.3.1.3 Analizar.

Esta fase se enfoca en hechos reales. El principal objetivo consiste en llegar al conjunto de causas raíz del alto consumo de tiempo en el proceso de inspección de cauchos que, debido a un aumento en el nivel de producción, se genera un cuello de botella en el área de inspección tercer control retrasando el tiempo y cantidad de entregas como se demostró en el análisis derivado del reporte A3. Es decir, toda esta etapa debe fijarse en los procesos que se llevan a cabo, los cuales se componen de tres elementos o categorías principales los cuales son entrada, proceso y salida de un proceso. Ver cuadro 12 donde se muestra el enfoque de la metodología.

Cuadro 12 - Analizar

| Fase | | Análisis |
|----------|--|--|
| Analizar | Análisis de los estudios de tiempo, diagrama de causa-efecto y reporte A3 realizado al área de trabajo | Mejoras para la disminución del tiempo de traslado |
| | | Análisis de la distribución actual del área |
| | | Estudio de procedimientos |

Fuente: Pedro Correa

4.3.1.4 Mejora.

Se necesitara generar y seleccionar soluciones eficaces de manera activa que eliminaran la causa raíz, las cuales se fundamentan en la identificación de estrategias de mejoramiento, básicamente en esta fase se requiere diseñar, conducir y analizar el experimento con la finalidad de mejorar el desempeño del sistema. A partir de una tormenta de ideas de posibles soluciones, se proponen ideas y las más prometedoras se implementan en el modelo validado corriendo varias réplicas del mismo; en el cuadro 13 se observa el método de esta fase.

Cuadro 13 - Mejorar

| Fase | Enfoque | Beneficio |
|----------------|---|--|
| Mejorar | Redistribución del área | Trasladar el área de trabajo a otra zona con espacio suficiente para poder incorporar todas las mejoras |
| | Incorporación de carrileras y bandas transportadoras | Eliminar el traslado del operador para buscar y llevar los cauchos en las paletas |
| | Aplicación de un cronograma de mantenimiento a las herramientas | Generar un cronograma de mantenimiento a las herramientas que se utilizan en el puesto de trabajo para evitar que pierdan el filo durante la jornada de trabajo y ocasionen cortes irregulares |
| | Diseño de lámparas | Iluminación focalizada en el área de inspección |

Fuente: Pedro Correa

En la redistribución del área se propuso la elaboración y construcción de estructuras que cuentan con rodillos y bandas transportadoras para hacer más eficiente el trabajo de inspección y certificación para el operador. Estas bandas transportadoras serán accionadas por el propio inspector y contarán con fotoceldas que detendrán las bandas transportadoras una vez esté completa la cola de cauchos acordada por todo el equipo de trabajo.

Esta estructura contará con 2 bandas transportadoras que subirán los cauchos y 3 estructuras con rodillos acomodadas con un ángulo de inclinación para que así el caucho baje por efecto de gravedad.

Para este trabajo de redistribución se elaborarán dos puestos de trabajo similares colocados en paralelo con las mismas características, uno para cada inspector. Además se fabricará y colocará para cada inspector sobre su mesa de trabajo una lámpara en forma de toldo que garantiza iluminación directa y focalizada sobre su lugar de trabajo a distintos ángulos para eliminar posibles efectos de sombra ocasionada por los movimientos del inspector durante el proceso de certificación al inclinar el caucho para observarlo mejor.

En la figura 11 se puede apreciar cómo quedaría distribuido el nuevo puesto de trabajo recibiendo los cauchos por su lado derecho y descargándolos por el lado izquierdo una vez terminado el proceso de certificación para posteriormente ser colocada en la paleta correspondiente por el ayudante.

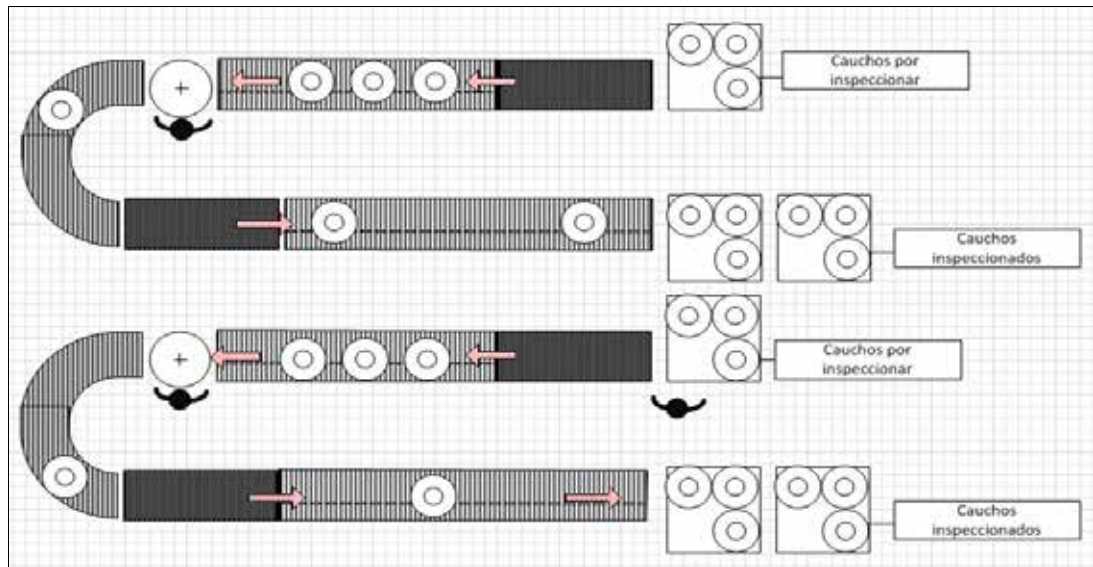


Fig. 11 – Distribución de área inspección tercer control

Fuente: Pedro Correa

También se propuso que el ayudante también tenga como cargo inspector de tercer control para que estos 3 trabajadores inscritos en el área se turnen cada dos horas y media entre inspectores y ayudante para tener un tiempo de descanso, es decir, el ayudante, pasadas las primeras dos horas y media, tomaría el puesto de inspector de la máquina uno y el inspector que estaba en esta máquina tomaría el puesto de ayudante y transcurridas las próximas dos horas y media el inspector de la máquina dos pasaría a cubrir el puesto del ayudante y este pasaría a inspeccionar en esta máquina.

En la figura 12 se observa donde quedara ubicado el área de inspección tercer control dentro del departamento de acabado.

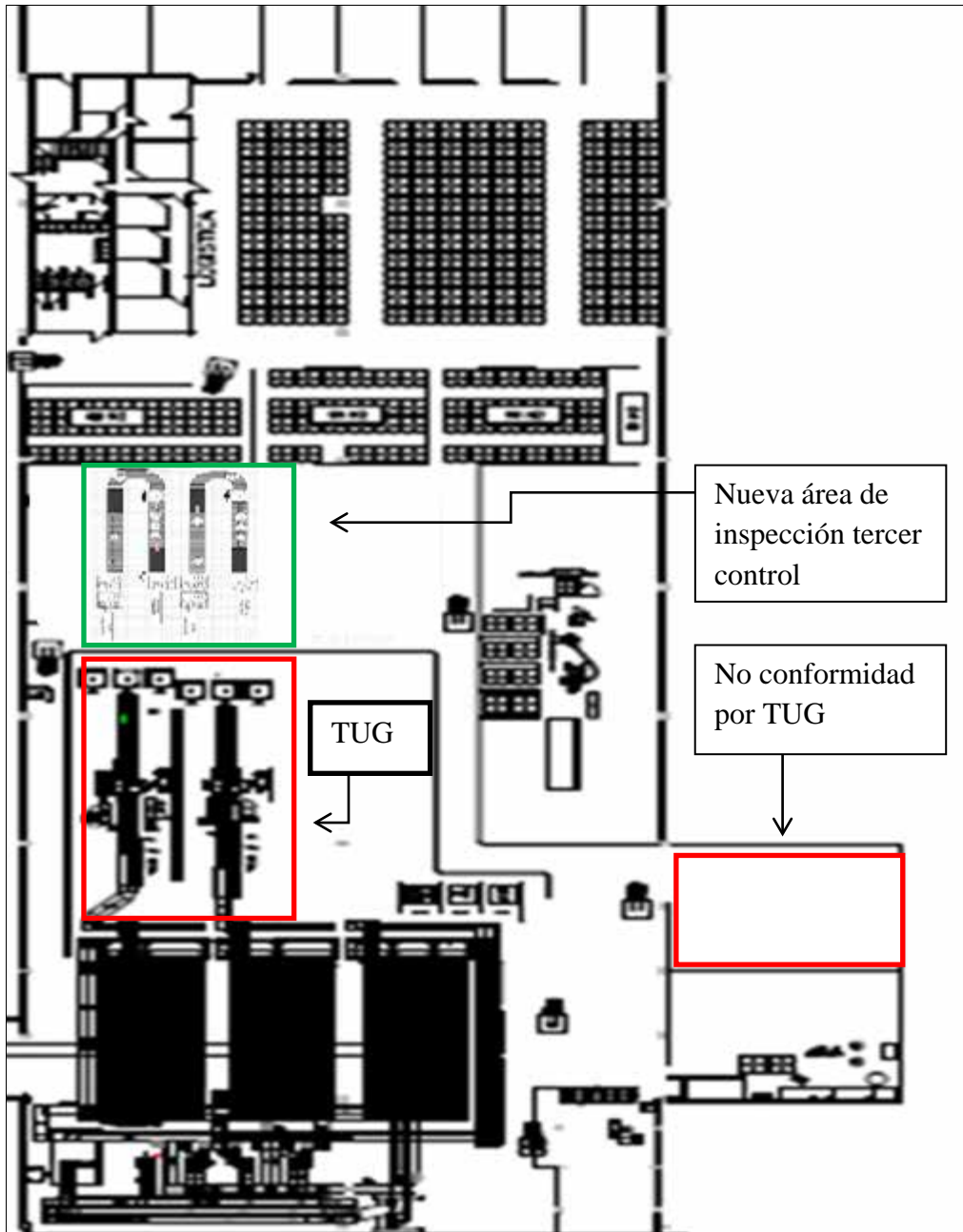


Fig. 12 – Redistribución del área de inspección de tercer control

Fuente: Pedro Correa

Como se muestra en la figura 12 se propone que el área de inspección tercer control sea trasladada al área de las pulidoras de banda blanca como se mostró en la figura 7; estas pulidoras ya están en desuso por la empresa, ya que dentro de su

programación no se ve contemplada la elaboración de cauchos banda blanca o letras blancas en los próximos años. Esta redistribución también trae como beneficio una nueva área disponible que se puede utilizar para colocar los cauchos que no pasan la prueba de la TUG para ser evaluados por el comité.

Finalmente teniendo en cuenta que el inspector no ocupara tiempo en el traslado para buscar o llevar los cauchos, no tendrá que levantar el caucho para colocarlo sobre la mesa eliminando considerablemente la fatiga y aumentando su productividad.

También es importante resaltar que el recorrido del montacargas con la distribución actual es de 58 metros por paleta, al día este deberá llevar 8 paletas dando como resultado 464 metros de distancia por turno y 1.392 metros al día.

Con la nueva protesta este traslado será de 12 metros por paleta, llevando la misma cantidad de paletas serian 96 metros por turno y 288 metros al día. De esta forma se reduce en un 79% la distancia recorrida por el montacargas.

- **Descripción del proceso nuevo.**

Para cumplir con la meta de diez mil cauchos certificados para exportación por mes y para razones de este estudio se analizara el nuevo proceso que requiere la incorporación de una secuencia operativa o método de trabajo distinto, se propone un sistema automatizado para que al inspector le lleguen los neumáticos mediante bandas transportadoras a su área de trabajo manteniendo una cola de 3 cauchos para reducir el tiempo en espera por cauchos eliminando tiempos en traslados y adicionando un ayudante que se encargara de cargar y descargar los neumáticos del sistema de bandas transportadoras para que el inspector se encargue netamente de inspeccionar.

Es importante mencionar que los cauchos que serán inspeccionados en tercer control provienen de la maquina TUG que se encarga de verificar que el caucho este perfectamente balanceado. Ver figura 12

A continuación se mostraran las operaciones que conforman el nuevo proceso de inspección de cauchos en el área de tercer control.

1. Recepción de neumáticos para inspección: En esta etapa se recibe la paleta de cauchos que van a ser inspeccionados provenientes de la TUG.
2. Preparación: El supervisor se encarga de verificar que tanto los inspectores como los ayudantes estén en su puesto de trabajo con las herramientas o equipos necesarios para ejecutar su labor.
3. Se encienden las bandas transportadoras.
4. El ayudante alimenta las bandas transportadoras para que vayan llegando los cauchos al puesto de trabajo de los inspectores.
5. El inspector acciona un pistón neumático que levanta el primer caucho ubicado en el primer extremo de la carrilera de rodillos.
6. Toma el caucho y lo ubica sobre la mesa giratoria.
7. Hace girar el caucho de manera vertical sobre la mesa.
8. Verifica que no hayan defectos físicos en el primer costado.
9. Acuesta el caucho sobre la mesa.
10. Hace girar el caucho sobre la mesa.
11. De haberlo, elimina el exceso de rebarba sobre el primer costado.
12. Verifica que el primer talón no presente defectos o rupturas.
13. Levanta el caucho.
14. Hace girar el caucho con el rodado frente a él.
15. Verifica que no haya defectos visuales.
16. Voltea el caucho sobre la mesa y ubica el costado 2 frente a él.
17. Hace girar el caucho sobre la mesa.
18. Verifica que no haya defectos físicos en el costado 2.

19. Acuesta el caucho sobre la mesa.
20. Hace girar el caucho sobre la mesa.
21. De haberlo, elimina el exceso de rebarba en el costado dos.
22. Verifica que el segundo talón no presente defectos o rupturas
23. Marca el caucho con el sello respectivo: exportación, rm o scrap
24. Levanta el caucho
25. Lo hace girar hasta el otro extremo de la carrilera de rodillos para que lleguen al área donde el ayudante se encarga de ponerlo en la paleta correspondiente: exportación, venta nacional, rm o scrap.
26. El ayudante toma el caucho inspeccionado para colocarlo en la paleta correspondiente.

El diagrama de bloque del proceso en el anexo C y anexo D se podrá apreciar el proceso de certificación de cauchos por el inspector y el trabajo realizado por el ayudante respectivamente.

- **Aplicación de mejoras.**

La instalación de bandas transportadoras, carrileras con rodillos y la incorporación de un ayudante elimina completamente el tiempo empleado por traslado hacia las paletas por parte del inspector ya que los cauchos le caen directamente en su lugar de trabajo sin necesidad de salir de su puesto de trabajo, así como también se verá reducida la distancia recorrida por el montacargas disminuyendo en gran medida la pérdida del tiempo a causa de la distancia entre ambas áreas

Esto garantiza un flujo más continuo de materiales ya que, al estar ubicada frente a su proveedor, el flujo será más constante y más rápido. En la figura 13 se puede apreciar el puesto de trabajo.



Fig. 13 – Propuesta de mejora

Fuente: Pedro Correa

Esto trae como beneficio una reducción bastante considerable de fatiga para el operador ya que disminuye en gran medida el esfuerzo físico que aplicaba en el área anterior, así como también que se logre inspeccionar una mayor cantidad de cauchos generando una mayor cantidad de cauchos certificados para exportación.

Para la fabricación de las estructuras para el nuevo puesto de trabajo se usaron las estructuras de las maquinas pulidoras en desuso, se modificaron a la altura e inclinación necesarias, se agregaron fotoceldas para que el proceso sea más automatizado y se graduó la velocidad de las bandas transportadoras con el propósito de disminuir las probabilidades de un accidente.

Para la realización de esta mejora se usaron 3 mecánicos, 1 electricista y 2 personas de limpieza. En la figura 14 se observa la toma de tiempo de la propuesta para una medida de gama pasajero.

31x10,5 R15 ATR cuya característica es ser un caucho de gama camioneta de mayor peso y mayor cantidad de detalles.

| | | | | | | | |
|--|--|-----------|-----------|-----------|----------|-------------------------------------|--------|
| Total | | 146209,56 | 199883,04 | 173965,68 | 81579,12 | 137262,72 | |
| Promedio | | 21,76 | 29,74 | 25,89 | 12,14 | 20,43 | |
| CV | | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | 1,03 | |
| TN | | 22,41 | 30,64 | 26,66 | 12,50 | 21,04 | |
| | | | | | | Tiempo normal inspeccion (segundos) | 113,25 |
| TOLERANCIAS: | | | | | | | |
| Bebiendo Agua (Segs) | | | | 220 | | | |
| Recibiendo instrucciones (segs) | | | | 380 | | | |
| Idas al baño (segs) | | | | 230 | | | |
| Tiempo normal de inspeccion (segs) | | | | | | 113,25 | |
| Tolerancias (%) | | | | | | 47,18 | |
| Otras tolerancias (%) Fatiga | | | | | | 5,00 | |
| Total tolerancias (%) | | | | | | 52,18 | |
| Tiempo estandar por caucho (segs) | | | | | | 172,35 | |
| Considerando el tiempo tomado, en un turno se logran inspeccionar | | | | | | | |
| $27000/172 = 156 \text{ Cauchos} * \text{Turno} * \text{Operador}$ | | | | | | | |

Fig. 15 – Toma de tiempo de cauchos gama camioneta

Fuente: Pedro Correa

Obteniendo como resultado que cada operador logre inspeccionar 156 cauchos por turno generando una diferencia a favor de la empresa de 6 cauchos por turno por cada operador.

Para el cálculo de CV, en este caso como en las toma de tiempo de la situación inicial, se usó el método de Westhinhouse.

Acompañado a esto, un cronograma de mantenimiento para las herramientas teniendo en cuenta la opinión de los inspectores, es importante para asegurar que no se generen cauchos con defectos visuales debido a un corte mal hecho porque la herramienta esta amellada. En el cuadro 14 se aprecia el cronograma de mantenimiento para dichas herramientas

Cuadro 14 – Cronograma de mantenimiento

| Parte | Características de la inspección | | | | Acción |
|--|--|---------------|----------|-------------|---|
| | Descripción | Periodo | Duración | Responsable | |
| Cuchilla para rebarbas de costados y talones | Verificar si la cuchilla esta amellada | Cada dos días | 1 min | Supervisor | En caso de que este amellada, realizar cambio de herramienta. Llevar cuchilla dañada a taller para rectificación. |
| Cuchilla para rebarba de rodados | Verificar si la cuchilla esta amellada | Cada dos días | 1 min | Supervisor | En caso de que este amellada, realizar cambio de herramienta. Llevar cuchilla dañada a taller para rectificación. |

Fuente: Pedro Correa

Por ultimo tenemos la elaboración de las lámparas para la iluminación focalizada en el puesto de trabajo para cada inspector. En la imagen 16 se observa las lámparas que serán instaladas en el área.

4.3.1.5 Controlar.

Tras llevar a cabo todas acciones anteriores, debemos llevar un control sobre las mismas para asegurarnos de que se implementan correctamente y que los objetivos que nos habíamos marcado efectivamente se cumplen.

El principal objetivo de esta fase es evitar que el proceso vuelva a tomar los viejos hábitos. El control continuo exige establecer un método para dejar estandarizada la nueva forma de trabajo; también se monitorea el proceso para garantizar que su posible variación en un futuro este dentro de la variación permitida o una variación que no afecte la programación o meta propuesta por la empresa. En el cuadro 15 se muestra la metodología controlar.

Cuadro 15 - Controlar

| Fase | Enfoque | Análisis |
|-----------|---|--|
| Controlar | Implementar un sistema de seguimiento diario. | Evaluación de desempeño del personal encargado de proceso de inspección y certificación a través del reporte enviado por el supervisor de turno. |
| | | Revisión de informe de producción vía SAP una vez hecha la confirmación de almacén del departamento de logística |

Fuente: Pedro Correa

El sistema de seguimiento que permitirá mantener el programa de mejoras se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16 – Seguimiento diario de piezas entregadas

| IP | Material | Descripción | Vulcanizado | Entregas |
|-------|----------|----------------------------|-------------|----------|
| 4704 | 470400 | 7.50-16CTL 10 -CT52 | 0 | 0 |
| 5850 | 585000 | LT235-15CAMPEROTL 8 -CAMPR | 0 | 0 |
| 7077 | 707700 | 7.50-16CTL 10 -ANDIN | 0 | 0 |
| 7374 | 737400 | P165/70R13 78T P400 | 0 | 0 |
| 13239 | 1323900 | 185/60R14 82H P 6 | 274 | 159 |
| 13263 | 1326300 | 185/65R14 86H P 6 | 0 | 0 |
| 16109 | 1610900 | 205/55R16 91V P 7 | 104 | 300 |
| 16989 | 1698900 | 205/65R15 94H S-ATR | 0 | 0 |
| 18042 | 1804200 | 215/65R16 98H S-ATR | 0 | 0 |
| 21233 | 2123300 | P265/60R18 110H S-ATR | 18 | 134 |
| 22218 | 2221800 | 31X10.50R15LT 109S S-ATR | 38 | 51 |
| 22219 | 2221900 | P255/70R16 109T S-ATR | 28 | 26 |
| 22220 | 2222000 | P235/75R15 108T XL S-ATR | 154 | 4 |
| 22222 | 2222200 | LT265/75R16 112S S-ATR | 100 | 249 |
| 27772 | 2777200 | P235/60R14 96T P5000S | 0 | 0 |
| 27812 | 2781200 | P235/60R16 100T P5000S | 0 | 0 |
| | Total | | 716 | 923 |

Fuente: Departamento de IE & PMS

En este cuadro se muestra la cantidad de piezas vulcanizadas por medida o descripción y las piezas entregadas para el día 12 de julio de 2018; entiéndase como piezas entregadas todas las que fueron inspeccionadas y certificadas por tercer control

4.4 . Análisis beneficio-Costo

En esta se reflejan los costos asociados a la investigación realizada. Es importante considerar todos los costos de cualquier modificación o cambio que se generó al lugar de trabajo para ser realmente eficaz en dicho análisis.

Para desarrollar la propuesta no es necesaria la contratación de personal adicional ya que fue usado el personal de mantenimiento y de servicios generales de la empresa.

4.4.1 Costos de las horas requeridas para realizar la propuesta.

A continuación se muestran los costos que implica realizar la redistribución del área de tercer control de inspección, se realizó con base al salario actual de un trabajador en el área de mantenimiento con un salario de 175.000 BsF diarios y un bono de alimentación de 10.000.000 bsF mensual.

Debido a que la empresa Pirelli de Venezuela para el mercado de exportación usa como moneda el dólar americano (\$) y para la compra de repuestos provenientes de empresas nacionales usa el bolívar fuerte (BsF), como dicta la ley; y teniendo en cuenta que el gobierno no asigna divisas a la empresa Pirelli de Venezuela desde hace aproximadamente dos años, respetando las políticas económicas propuestas por el gobierno se tomara como referencia la tasa de cambio impuesta en su sistema de subasta DICOM el precio de 550.917 BsF por dólar para manejar esta moneda a lo largo del cálculo de beneficio-costo de esta investigación y así no expresar ni hacer suposiciones de compras de dólares de manera ilícita por parte de la empresa para cuidar la imagen de la misma.

Cuadro 17 – Costo de mano de obra

| Concepto | Costo unitario | Total BsF (50 días) | Tasa de cambio | Costo total (\$) |
|--|-----------------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 50 días de trabajo Jornada de 8 horas | 175.000 BsF/día | 8.750.000 BsF | 550.917 BsF/\$ | 15,88 \$ |

Fuente: Pedro Correa

Esto corresponde al sueldo de un solo mecánico durante los 50 días de trabajo y en esta propuesta se cuenta con 3 mecánicos y 1 electricista que tienen el mismo sueldo. Cada uno de ellos cuenta con el bono de alimentación de 10.000.000,00 bsF mensual, esto comprende:

$$\frac{10.000.000 \text{ bsF}}{30 \text{ días}} = 333.333,34 \frac{\text{bsF}}{\text{día}} * 50 \text{ días} * \frac{1 \$}{550.917 \text{ BsF}} = 30,25 \$$$

En total, un mecanico cobraría 46,13 \$ durante los 50 días de trabajo, se debe multiplicar este resultado por 4 para calcular el total de dólares destinados al sueldo del personal involucrado

$$46,13 \frac{\$}{\text{persona}} * 4 \text{ personas} = 184,52 \$$$

4.4.1.1 Costos de herramientas/repuestos

Esta mejora no amerita la compra de rodillos, motores, o estructuras pesadas ya que se usaran las que usaban las maquinas pulidoras, en el cuadro que viene a continuación se detalla las compras necesarias para llevar a cabo esta propuesta.(ver cuadro 18)

Cuadro 18 – Costos detallados de materiales

| Material | Texto Breve | CANT | UM | Precio Valor (BsF) | Valor Total (BsF) |
|--------------|---|------|-----|--------------------|-----------------------|
| 970107302 | Pintura Montana para exteriores | 3 | GAL | 15.487.000,00 | 46.461.000,00 |
| 970102918 | RAMPLUG DE 1/2" X 3 3/4" | 40 | PZA | 2.960.000,00 | 118.400.000,00 |
| 970101484 | BROCHA DE CERDA 2" 50.8 mm | 3 | PZA | 4.425.860,00 | 13.277.580,00 |
| 970106024 | TUBOS FLUORESCENTES 32 WATTS, 110 V | 25 | PZA | 4.000.000,00 | 100.000.000,00 |
| 970106025 | BALASTRO ELECTRONICO, 110V, 4 X 32 WATT | 5 | PZA | 55.000.000,00 | 275.000.000,00 |
| 970101481 | OXIGENO | 1 | PZA | 36.000.000,00 | 36.000.000,00 |
| TOTAL | | | | | 589.138.580,00 |

Fuente: Pedro Correa

Como se demuestra en el cuadro 14 es necesaria la inversión de 589.135.580,00 BsF para llevar a cabo la mejora, esto representa:

$$\frac{589.135.580,00 \text{ BsF}}{550.917,00 \text{ BsF}/\$} = 1.069,37 \$$$

La cantidad de dinero empleado es:

$$1.069,37 \$ + 184,52 \$ = 1.253,89 \$$$

4.4.2 Beneficios económicos de la propuesta.

Para este estudio se considera que el beneficio que arroja la propuesta está relacionado directamente con la capacidad de inspección y certificación de neumáticos que se obtendrá en un día. En una jornada de trabajo diaria de 3 turnos la capacidad de certificación de cada operador es de 131 cauchos de gama pasajero o 102 cauchos de gama camioneta por turno teniendo en cuenta que hay 2 operadores por turno.

Con la propuesta se aumenta esta capacidad de cada operador a 177 cauchos de gama de pasajero o 156 cauchos de gama camioneta por turno. Considerando que hay 2 operadores por turno y haciendo un análisis al caucho de gama pasajero tenemos una ganancia de 46 cauchos por operador, llevando esto a 2 operadores por turno y los 3 turnos del día tenemos que se logran inspeccionar, en promedio, 276 cauchos más por día a un precio promedio para dicha gama de 60\$/Caucho generando un ingreso de:

$$54,5 \frac{\$}{\text{Caucho}} * 276 \frac{\text{Cauchos}}{\text{día}} = 15.042 \text{ \$/día}$$

Ahora haciendo el análisis nuevamente pero a los cauchos de gama camioneta de 102 cauchos pasamos a inspeccionar 156 cauchos por operador obteniendo 54 cauchos más, haciendo el mismo análisis arroja un promedio de 324 cauchos más por día, considerando un precio promedio de 109 \\$/Caucho permitiendo que la empresa perciba:

$$109 \text{ \$/Caucho} * 240 \text{ cauchos/día} = 26.160 \text{ \$/día}$$

Por políticas de privacidad de la empresa se tomaron estos precios referenciales en base al peso del producto y el costo de la materia prima involucrada para su elaboración.

Para calcular el impacto económico se considerará la relación Costo Beneficio:

$$\mathbf{B/C = Beneficio / Costo Total de la Propuesta}$$

$$\text{Gama pasajero -- } \mathbf{B/C = (15.042 \$)/(1.253.89\$) = 11,99}$$

$$\text{Gama camioneta -- } \mathbf{B/C = (26.160 \$)/(1.253.89\$) = 20.86}$$

Como B/C > 1 indica que los beneficios superan los costos, por consiguiente, la mejora puede ser considerada y su inversión sería recuperada en 1 día de producción.

CONCLUSIONES

Una vez terminado este trabajo de investigación en la empresa Pirelli de Venezuela y de acuerdo al objetivo general planteado, Mejorar el área de inspección tercer control en el departamento de acabado de la empresa Pirelli de Venezuela con el fin de aumentar la capacidad de certificación de neumáticos radiales, se presentan las conclusiones obtenidas:

- En el diagnóstico de la situación actual se mostraron el mix o los distintos tipos de medida de neumáticos que puede producir la empresa y su confección. Se indicó el proceso de inspección y el tiempo que toma la inspección de un neumático.
- En este diagnóstico se determinó mediante la herramienta FODA los distintos factores que afectan el área de inspección tercer control, la cual arrojó que el área no cuenta con suficiente espacio para la incorporación de una mejora considerable, obstrucción del área a causa de la acumulación de paletas y esto acarrea pérdida de tiempo por los traslados repetitivos por parte del inspector para buscar y ubicar los cauchos durante su proceso de inspección. Esto trae como consecuencia que cualquier cambio o aumento de producción ocasione un efecto de cuello de botella en el área ya que serían más los cauchos que llegan a ser inspeccionados que los que salen inspeccionados
- Se analizó la situación actual de la empresa en función de los equipos, herramientas y puestos de trabajo involucrados en el proceso.
- Seguidamente se realizó el análisis de la situación actual del área considerando la utilización efectiva del espacio, la distancia recorrida por los inspectores debe ser la mínima posible y la incorporación de nuevos equipos como lo son bandas transportadoras y carrileras con rodillos, la circulación del material debe ser ordenada para evitar cruces y mantener un área segura, que genere satisfacción en los trabajadores.

- Consecutivamente se realizó la detección de las posibles debilidades con el uso de la herramienta 5W-1H, 5 por qué, espina de pescado y Pareto para dar con la causa raíz que fue sustentada y presentada a la empresa con un reporte A3.
- Posteriormente se procedió con la propuesta de mejora. Se propuso mover el área de inspección y ubicarla donde se encontraban las maquinas pulidoras, se tomaron las bandas transportadoras y carrileras de esta. Para adecuarlas al nuevo puesto de trabajo calculando los ángulos de inclinación ideales para garantizar un puesto de trabajo seguro. Se realizó una lista de los materiales necesarios para llevar a cabo esta propuesta que cumpliera con la meta propuesta por la empresa.
- Finalmente se realizó la evaluación económica donde se reflejó los costos que incurren en la elaboración de la propuesta planteada en este proyecto, quedando evidenciado que la relación que existe entre el costo y el beneficio es mayor que uno (1). Donde este valor indica que se recomienda la ejecución de dicha propuesta

RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar la propuesta presente en este trabajo especial de grado, con el fin de que la empresa, cuando logre alcanzar su capacidad máxima de producción nuevamente, no pierda o se vea afectada de manera negativa su capacidad de certificación para los cauchos de exportación.
- Realizar charlas de concientización sobre el cuidado de los equipos y materiales de trabajo para que sean los mismos operadores quienes velen por el buen funcionamiento de la maquinaria y equipos con el fin de evitar fallas o pérdidas de tiempo por mal funcionamiento debido al uso incorrecto de los mismos.
- Realizar una inspección de seguridad, para verificar si el personal y los equipos cuentan con los mecanismos de seguridad que establece la organización y de esta manera eliminar condiciones inseguras.
- Se sugiere implementar otro puesto de trabajo similar al propuesto y ubicarlo en la otra pulidora en desuso que quedo en el departamento, esto aumentaría en gran medida la capacidad de certificación del área.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Balestrini, M. (1997). **Como se elabora un Proyecto de Investigación**. Consultores B.L. Caracas – Venezuela.
- Ezequiel Gómez, Franklin Núñez (2014). **Plantas Industriales aspectos técnicos. para el diseño**. Editorial Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo. Valencia- Venezuela.
- Hamdy A. Taha (2012). **Investigacion de Operaciones Novena Edicion**. Editorial Pearson Education, Inc. Naucalpan de Juarez, Estado de Mexico. Frederick S. Hillier – Gerald J. Liberman (2006). **Introduccion a la investigacion de operaciones Octava Edicion**. Editorial The McGraw-Hill Companies. Inc. Mexico D.F
- Shamblin, J. y Stevens (2009) **Investigación de operaciones**. Editorial The McGraw-Hill Companies. Inc. Mexico
- Luz Giugni (2013). **Evaluación de proyectos de inversión**. Editorial Dirección de Medios y Publicaciones de la Universidad de Carabobo. Valencia- Venezuela
- Pardinas Illanes (2005): **Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales**. Caracas-Venezuela
- Pecvania, (2008). Encontrando al Kaizen. **Un análisis teorico de la mejora continua**.
- Crespo, J. (2006). **Propuesta de un plan de mejoras para el control del peso del Caucho verde, en la empresa Bridgestone Firestone Venezolana, C.A.** Valencia. Venezuela

ANEXOS

ANEXO A

LAY OUT DE LA PLANTA DONDE SE
APRECIA EL ÁREA EN ESTUDIO

ANEXO B

DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS RADIALES

ANEXO C

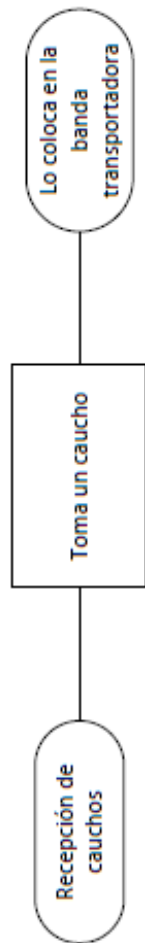
DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS RADIALES PROPUESTO (INSPECTOR).

ANEXO D

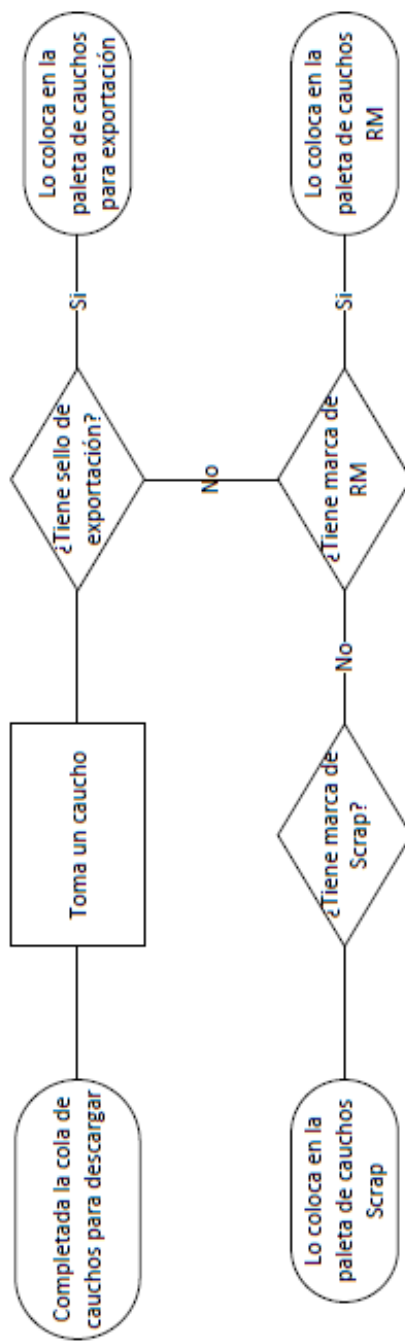
DIAGRAMA DE BLOQUE DEL PROCESO DE
INSPECCIÓN DE NEUMÁTICOS RADIALES
PROPUESTO (AYUDANTE).

Diagrama de bloques. Proceso de inspección propuesto (Ayudante)

Carga



Descarga



Pedro Correa

ANEXO E

PLANILLA DE REPORTE DE INSPECCIÓN PARA EXPORTACIÓN.

